NACIONES UNIDAS **EP**

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/99/11
13 de noviembre de 2026

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Nonagésima novena reunión
Montreal, 7-11 de diciembre de 2026
Punto 6 c) del orden del día provisional[1]

ESTUDIO TEÓRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE RECUPERACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACIÓN

[1] UNEP/OzL.Pro/ExCom/99/1

Los documentos previos al período de sesiones del Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal no van en perjuicio de las decisiones que el Comité pudiera adoptar después de la emisión de los mismos.

ÍNDICE

LISTA DE SIGLAS 3

RESUMEN EJECUTIVO 4

I. Introducción 14
I.1 Objetivo y cuestiones principales 15
I.2 Alcance y metodología 15

II. Conclusiones 15
Adecuación de la planificación, el diseño y el nivel de financiación de los proyectos 16
Seguimiento de la ejecución eficaz de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración 17
Identificación de las partes interesadas pertinentes 18
Aduanas 19
Contención de refrigerantes y gestión del ciclo de vida 20
Cuestiones tecnológicas y factores de escalabilidad 23
Factores de mercado y programas de incentivos 25
Redes de recuperación y reciclaje (reutilización) y centros de regeneración 26
Aplicación eficaz de los programas de regeneración 27
Distribución geográfica 29
Eficacia y sostenibilidad de los logros 29
Dimensión de género 31
Retos, buenas prácticas y lecciones aprendidas 31
Recuperación 31
Reciclaje 32
Regeneración 32

III. Conclusiones 33

IV. Plan para la segunda fase de la evaluación 37
IV.1 Enfoque propuesto para la segunda fase 37
IV.2 Selección propuesta de países para las misiones sobre el terreno 39

Anexo I: Lista de países
Anexo II: Mandato para la segunda fase de la evaluación de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración
Anexo III: Fuentes de información y referencias
Anexo IV: Lista de las partes interesadas

LISTA DE SIGLAS

ALC	América Latina y el Caribe
CFC	Clorofluorocarbono
GETE	Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica
GIZ	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional
HCFC	Hidroclorofluorocarbono
HFC	Hidrofluorocarbono
IACM	Reunión de Coordinación Interinstitucional
ONO	Oficina Nacional del Ozono
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OSE	Oficial Superior de Evaluación
PAK	Plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC
PCA	Potencial de calentamiento atmosférico
PEID	Pequeños Estados Insulares en Desarrollo
PGEH	Plan de gestión para la eliminación de los HCFC
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RAC	Refrigeración y aire acondicionado
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
RAP	Responsabilidad ampliada del productor
RRR	Recuperación, reciclaje y regeneración
SAO	Sustancia que agota la capa de ozono

RESUMEN EJECUTIVO

Antecedentes y alcance del estudio

1. En su 93ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el programa de trabajo de supervisión y evaluación para los años 2024 y 2025[2], que incluía la preparación del mandato para un estudio teórico para la evaluación de los proyectos relacionados con la recuperación, el reciclaje y la regeneración (RRR) (decisión 93/10)[3]. La evaluación tiene por objeto valorar el uso de la infraestructura establecida en los países del artículo 5 para la recuperación, el reciclaje y, cuando proceda, la regeneración de sustancias reguladas, así como la contribución de dicha infraestructura a la reducción del consumo de sustancias controladas.

2. El mandato del estudio teórico fue aprobado por el Comité Ejecutivo en su 95ª reunión[4] y prevé que la evaluación se lleve a cabo en dos fases. El estudio teórico, que constituye la primera fase, tiene por objeto servir de mapa conceptual de las cuestiones clave y allanar el camino hacia una segunda fase que incluiría visitas a los países para aprender de las buenas prácticas a partir de los casos de éxito y de los retos en la ejecución de los proyectos, así como para identificar modelos que puedan reproducirse.

3. El alcance del estudio teórico abarca los proyectos de acuerdos plurianuales aprobados entre 2010 y 2023, en particular los planes de gestión para la eliminación de los HCFC (PGEH) que incluyen al menos uno de los tres componentes –recuperación, reciclaje y regeneración–, tanto en países de bajo consumo como en países de mayor consumo. El análisis se estructura en torno a las preguntas de evaluación que figuran en el anexo II del mandato[5].

4. La cuestión relativa a la recuperación, el reciclaje y la regeneración (RRR) se ha abordado en evaluaciones anteriores, comenzando por un estudio teórico sobre proyectos de recuperación y reciclaje presentado en la 31ª reunión[6], y posteriormente como componente de otras evaluaciones temáticas, en particular sobre el sector de servicios[7] de equipos de refrigeración y aire acondicionado (RAC).

Metodología

5. El estudio teórico fue preparado por un consultor internacional independiente, bajo la supervisión del Oficial Superior de Evaluación (OSE). En él se analizaron los componentes de RRR de los PGEH en una muestra de 15 países, seleccionados para lograr una representación equilibrada de las regiones, los organismos de ejecución y los niveles de consumo de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Además, 12 países[8] de la muestra seleccionada se beneficiaron de financiación en virtud de la decisión 91/66[9] para la elaboración de inventarios nacionales de bancos de sustancias controladas usadas o de desecho. Aunque los informes sobre los proyectos previstos en la decisión 91/66 aún no debían presentarse en el momento en que se llevó a cabo el estudio teórico, el OSE considera que resultará beneficioso integrar las conclusiones de dichos proyectos, cuando estén disponibles, en la segunda fase de la evaluación. Los países y proyectos examinados figuran en el anexo I del presente documento.

[2] UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/13/Rev.1.
[3] UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/105.
[4] UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/12.
[5] *Ibid*.
[6] UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/18.
[7] UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/10.
[8] Albania, Camboya, Costa Rica, Egipto, Fiji, Ghana, Granada, Malasia, México, Macedonia del Norte, Serbia y Túnez.
[9] UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/72.

6. Las conclusiones del estudio teórico se sintetizaron a partir de dos fuentes de datos:

a) Una revisión documental de las propuestas de proyectos, las solicitudes de tramos, los informes sobre la marcha de las actividades y los informes de finalización de proyectos presentados a la Secretaría para los países seleccionados, así como de los documentos pertinentes del Comité Ejecutivo, el capítulo 3 del informe de 2024 del grupo de trabajo del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica (GETE) sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes[10], las esferas de interés debatidas en la Reunión de Coordinación Interinstitucional (IACM) celebrada del 10 al 12 de septiembre de 2024[11], y los resultados del taller sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, celebrado en el marco de la 36ª reunión de las Partes[12]; y

b) Un cuestionario de encuesta específico, elaborado en torno a las preguntas de evaluación del mandato y enviado a las oficinas nacionales del ozono (ONO) de los 15 países seleccionados, de los cuales 14[13] enviaron los cuestionarios rellenados (una tasa de respuesta del 93,3 %).

7. Además, se solicitó a los organismos de ejecución que aportaran comentarios sobre su experiencia en la prestación de asistencia para RRR. El Oficial Superior de Evaluación (OSE) envió un borrador preliminar del estudio teórico a los organismos de ejecución, así como al personal de la Secretaría, para la validación de los datos y la revisión por parte de expertos, y sus comentarios se tuvieron en cuenta a la hora de finalizar el presente documento.

8. El OSE señala las siguientes limitaciones metodológicas, inherentes a la naturaleza de los análisis teóricos, y que se han tenido en cuenta a la hora de definir la segunda fase de la evaluación:

a) Las conclusiones se basan principalmente en la información facilitada por las ONO y los organismos de ejecución, que aún no ha sido contrastada mediante observaciones directas en los países;

b) Debido a las lagunas en el seguimiento de las cantidades de refrigerantes señalados en el resumen de conclusiones del párrafo 11 más adelante, el estudio teórico no pudo cuantificar la contribución de la infraestructura de RRR a la reducción del consumo de sustancias controladas; y

c) Por la misma razón, y a falta de valores de referencia, la evaluación de la adecuación del nivel de financiación sigue siendo, en gran medida, cualitativa.

Resumen de las conclusiones

9. A continuación se presentan las respuestas resumidas a las preguntas de evaluación que figuran en el anexo II del mandato[14], sobre la base de las conclusiones del estudio teórico.

[10] Informe del Grupo de Trabajo de la Decisión XXXV/11 sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, Informe del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica, mayo de 2024.
[11] MLF/IACM.2024/2/2.
[12] Taller sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes en la 36ª reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal, del 27 de octubre al 2 de noviembre de 2024, en Bangkok (Tailandia)
[13] Albania, Bahrein, Camboya, Colombia, Costa Rica, Egipto, Fiji, Granada, India, Malasia, México, Macedonia del Norte, Serbia y Túnez.
[14] UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/12.

Adecuación de la planificación, el diseño y el nivel de financiación de los proyectos

10. La satisfacción con el nivel de financiación varió según el tipo de país: la mayoría de los países de bajo consumo consideraron que su financiación era insuficiente para el establecimiento de redes de recuperación y reciclaje, alegando el elevado costo de los equipos de recuperación y reciclaje y el apoyo insuficiente para la creación y el funcionamiento de una red más amplia de centros de recogida, mientras que los tres países europeos[15] expresaron su satisfacción con su nivel de financiación. Algunos países de mayor consumo expresaron una mayor confianza en sus niveles de financiación, mientras que otros destacaron la necesidad de modernizar los equipos, ampliar la cobertura geográfica, garantizar la trazabilidad, asegurar la calidad y contar con modelos de gestión sostenibles. El OSE considera que, en la actualidad, no existe una medida cuantitativa adecuada para evaluar la idoneidad de la financiación destinada a los componentes de RRR, especialmente dada la escasa información relativa a las cantidades de refrigerante disponibles para su recuperación o a los volúmenes de recuperación previstos, y la satisfacción manifestada respecto a los niveles de financiación sigue siendo, en gran medida, de carácter cualitativo.

Seguimiento de la ejecución eficaz de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración

11. En todas las solicitudes de tramos del PGEH examinadas se encontraron resúmenes y documentación sobre los avances en la ejecución de las actividades de RRR, lo que supone un seguimiento globalmente satisfactorio de los progresos en la ejecución de las actividades de los proyectos. Al mismo tiempo, los países calificaron como "parcial" su capacidad para realizar un seguimiento de las cantidades de refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados, y constataron diversos retos. La razón más citada fue que los técnicos en refrigeración y aire acondicionado y los talleres de servicio no tenían la obligación legal de registrar y notificar las cantidades recuperadas y recicladas durante las operaciones de mantenimiento, especialmente cuando el refrigerante recuperado se recargaba *in situ*. Los datos sobre refrigerantes y equipos al final de su vida útil se encuentran dispersos entre las aduanas, los departamentos de gestión de residuos, las ONO y los proveedores de servicios. En algunos casos, los problemas de seguimiento se vieron agravados por las actividades de los recolectores informales. Se informaron algunas medidas para abordar estas deficiencias, por ejemplo, un sistema de seguimiento mediante códigos QR para los refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados en Egipto y la presentación obligatoria de informes anuales por parte de las empresas de servicio en Serbia a partir del 1 de enero de 2027. El estudio teórico también señala que las cantidades de refrigerantes recuperados o regenerados no son obligatorias en los formatos de presentación de datos del artículo 7[16].

Identificación de las partes interesadas pertinentes

12. Los países identificaron a los técnicos y empresas de mantenimiento, los centros de recuperación y regeneración, las instituciones de formación, las autoridades aduaneras, los ministerios, las autoridades de gestión de residuos y las asociaciones de RAC como partes interesadas pertinentes en el ámbito de RRR. Sin embargo, solo aproximadamente la mitad de los países incluyeron a los agentes de la cadena de suministro de equipos de RAC y a los propietarios de dichos equipos, y ninguno mencionó a las empresas autorizadas para transportar, tratar y eliminar residuos peligrosos. El estudio teórico concluye que la RRR se basa en dos niveles de partes interesadas que aún no están plenamente integrados: los actores directos de la cadena de

[15] Albania, Macedonia del Norte y Serbia.

[16] Secretaría del Ozono del PNUMA, *Formularios de presentación de datos en el marco del artículo 7 e instrucciones y directrices conexas*, anexo III del informe de la 30ª reunión de las Partes (2018), revisados de conformidad con la decisión XXXVI/12. Disponible en: https://ozone.unep.org/node/2128 y https://ozone.unep.org/node/16056

valor y un nivel periférico de partes interesadas institucionales que ejercen la supervisión normativa y que, en ocasiones, pueden actuar de forma aislada respecto a los actores directos.

Organismos de ejecución y oficinas nacionales del ozono

13. Todos los países informaron de que las ONO desempeñan un papel central de coordinación y supervisión en la RRR, lo que incluye la coordinación con los organismos y la industria, la elaboración de políticas y normativas, la identificación de las necesidades de equipos y capacitación, y la supervisión de la aplicación y la recopilación de datos. Para reforzar esta función, los países señalaron la necesidad, entre otras cosas, de contar con una base de datos centralizada sobre RRR y requisitos de notificación obligatorios, un mayor apoyo financiero, técnico e institucional a las ONO, el desarrollo de capacidades específicas –p. ej. las relacionadas con los sistemas de seguimiento, notificación y verificación– y asistencia para elaborar marcos nacionales integrales de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes que definan claramente las funciones y responsabilidades de las partes interesadas a lo largo de todo el ciclo de vida de los refrigerantes.

Aduanas

14. El comercio transfronterizo de refrigerantes recuperados o regenerados no es, en la actualidad, una práctica significativa en los países analizados, lo que indica que los sistemas de RRR se orientan principalmente hacia la gestión y reutilización a nivel nacional. Los procedimientos aduaneros para el control de los refrigerantes vírgenes están, en general, bien establecidos; sin embargo, los países señalaron dificultades prácticas a la hora de distinguir los refrigerantes recuperados o regenerados de los vírgenes y de verificar su origen, debido a una capacidad de identificación insuficiente en los puntos fronterizos y a un intercambio de información entre los organismos encargados de hacer cumplir la ley que distan de ser óptimas. Entre las medidas eficaces figuran la aplicación de restricciones o prohibiciones a la importación de SAO heredadas y bombonas no recargables, la verificación de los permisos de importación y de las asignaciones de cuotas aplicables a los refrigerantes, así como el control minucioso de los equipos de refrigeración y aire acondicionado precargados para identificar posibles importaciones no declaradas o no autorizadas.

15. Si bien la información recibida de la muestra confirma que el comercio transfronterizo de refrigerantes recuperados y regenerados fue insignificante, el OSE considera que se puede recabar información adicional a través del panel de información del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación[17], en lo que respecta a los movimientos transfronterizos de desechos de refrigerantes y equipos que contienen sustancias que agotan la capa de ozono. El panel puede ofrecer información cuantificable facilitada por los países sobre los volúmenes de exportación e importación, así como sobre las operaciones de recuperación y eliminación, como la regeneración o la incineración. La segunda fase de la evaluación incluirá una sección en la que se analizarán los datos disponibles que figuran en el panel, con el fin de facilitar una mejor comprensión de este tema.

Contención de refrigerantes y gestión del ciclo de vida

16. La capacitación y certificación de técnicos, las prohibiciones de liberación de refrigerantes a la atmósfera, el suministro de equipos de recuperación y reciclaje, el refuerzo de los centros de capacitación y las campañas de sensibilización fueron las principales medidas para promover la recuperación. Estas medidas mejoraron las prácticas de contención y recuperación entre los técnicos capacitados y las empresas de servicio técnico, pero se consideró que su eficacia general era moderada, limitada por los costos de los equipos, por la logística de recogida y transporte, y por un sistema de seguimiento y cumplimiento de la normativa insuficientemente desarrollado. Entre los enfoques prometedores figuraban una red de

[17] BC Report Dashboard

recolectores dotada de equipos de recuperación en Egipto, el refuerzo de los marcos normativos (por ejemplo, en Bahrein, Camboya y Macedonia del Norte), y los programas de sustitución de aparatos y de responsabilidad ampliada del productor (RAP) (por ejemplo, en México y Macedonia del Norte).

17. Los países consideraron por unanimidad que la experiencia adquirida con la RRR de los HCFC constituye un sólido punto de partida para la reducción de los HFC, ya que se pueden reutilizar las redes, las infraestructuras, los técnicos calificados y los sistemas de concesión de licencias, presentación de informes y cuotas existentes. Sin embargo, los HFC, que a menudo son mezclas zeotrópicas que funcionan a presiones más elevadas, y las alternativas inflamables con bajo potencial de calentamiento atmosférico (PCA) plantean mayores retos técnicos, de seguridad y logísticos, entre los que figuran el fraccionamiento, la contaminación cruzada, la necesidad de costosos equipos de ensayo y destilación, y la revisión de los sistemas de certificación y los planes de capacitación. La recuperación de diversos tipos de mezclas incompatibles en la misma bombona echa a perder todo el lote, convirtiendo valiosas existencias de productos químicos en residuos peligrosos contaminados que no pueden reutilizarse y deben almacenarse o exportarse al extranjero para su destrucción. La falta de instalaciones de destrucción en la mayoría de los países de bajo consumo, así como la complejidad de los traslados transfronterizos, pueden dar lugar a la acumulación de sustancias o su liberación a la atmósfera.

Cuestiones tecnológicas y factores de escalabilidad

18. Los países de bajo consumo señalaron una disponibilidad limitada y desigual de equipos de recuperación y reciclaje y, en el caso de los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID), dificultades con el mantenimiento de los equipos, los repuestos y la calibración. Los países de mayor consumo han señalado limitaciones relacionadas con el tamaño y la capacidad de los equipos de recuperación y regeneración, así como la falta de redes eficaces de cadena de suministro inversa para el transporte de pequeñas cantidades recuperadas desde zonas rurales o semiurbanas hasta instalaciones centralizadas de regeneración. Esto concuerda con el enfoque más amplio de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, que requiere no solo equipos de recuperación, sino también sistemas operativos de recogida, almacenamiento, transporte, regeneración y redistribución.

19. La escalabilidad de la RRR depende de una combinación de capacidad técnica, infraestructura propicia, apoyo normativo e incentivos económicos. Algunos organismos de ejecución han informado de experiencias positivas a la hora de superar las dificultades en la cadena de suministro inversa gracias al uso de unidades móviles de regeneración y a iniciativas piloto por fases dirigidas a los grandes usuarios finales. El establecimiento de modelos como la “infraestructura de recuperación y exportación” implementada por Fiji puede ser reproducido por otros PEID y países geográficamente remotos donde prevalecen las dificultades relacionadas con la cadena de suministro.

Factores de mercado y programas de incentivos

20. Existe consenso entre los países en que el bajo precio de mercado de los refrigerantes vírgenes reduce el atractivo económico de la RRR y debilita la sostenibilidad de los sistemas de RRR. Si bien muchos países han adoptado medidas normativas (licencias y certificaciones para técnicos y prohibiciones de liberación a la atmósfera), estas medidas por sí solas no han creado condiciones de mercado favorables para promover las actividades de RRR. Los países han propuesto una serie de instrumentos económicos, entre los que figuran descuentos por canje, acuerdos de recogida y sistemas de responsabilidad ampliada del productor (RAP), concesiones arancelarias y de derechos de importación, subvenciones para la realización de pruebas, y pagos o créditos a los técnicos por la verificación de materiales recuperados. Los organismos de ejecución señalaron que las cuotas de importación o los impuestos medioambientales sobre los refrigerantes vírgenes amplían la diferencia de precios a favor de los refrigerantes regenerados.

Redes de recuperación y reciclaje (reutilización) y centros de regeneración

21. Los países consideraron unánimemente que las redes de recuperación y reciclaje, al sustituir las importaciones de refrigerantes vírgenes, les ayudan a mantenerse dentro de sus límites de consumo establecidos por el Protocolo de Montreal y a prevenir emisiones, y varios destacaron la importancia de estas redes para satisfacer las necesidades de mantenimiento de los equipos existentes que funcionan con HCFC-22 más allá del 1 de enero de 2030. El rendimiento de las redes de recuperación y reciclaje depende de que se cuente con una infraestructura adecuada de recogida, consolidación, transporte, almacenamiento seguro y seguimiento de los refrigerantes recuperados. En muchos países de bajo consumo, los modestos presupuestos de los proyectos y las limitadas infraestructuras nacionales, p. ej., la falta de laboratorios certificados, restringen el funcionamiento de estas redes.

22. El estudio teórico distingue entre la creación de redes de recuperación y reciclaje y las condiciones más exigentes que se requieren para el funcionamiento de las instalaciones de regeneración. La regeneración requiere un suministro regular de refrigerante recuperado adecuado, una capacidad suficiente de identificación y ensayo, la separación para evitar la contaminación y un mercado para el producto regenerado. Los países de mayor consumo de la muestra cuentan con centros de regeneración operativos, mientras que los países de bajo consumo que han tomado medidas para crear centros de regeneración se centran en actividades que favorecen la puesta en marcha de sus programas de RRR.

Aplicación eficaz de los programas de regeneración

23. Entre las principales limitaciones señaladas figuran la ausencia de incentivos económicos, la insuficiencia de las disposiciones reglamentarias, el costo de los equipos, los volúmenes bajos e irregulares, los costos logísticos y la escasa confianza del mercado en los refrigerantes regenerados. En los casos en que se aplicaron con éxito la recuperación y el reciclaje, pero no la regeneración, las causas principales fueron la falta de herramientas de ensayo e identificación en laboratorio, los elevados costos de recogida y tratamiento, el suministro irregular y la escasa demanda.

24. La experiencia de los organismos de ejecución confirma que las instalaciones pueden quedar infrautilizadas, incluso a pesar de la instalación del equipo y la capacitación de los operadores, si no se dan las condiciones necesarias. También confirma que los centros de regeneración necesitan modelos de gestión viables desde el principio, en lugar de funcionar como instalaciones financiadas por proyectos. Acuerdos como los que ha mencionado Bahrein, en el que los proveedores pueden comprar el refrigerante regenerado a un precio inferior al del refrigerante virgen, ponen de manifiesto la importancia de analizar los acuerdos comerciales junto con la infraestructura técnica.

25. Los centros de regeneración se enfrentan a problemas tanto de cantidad como de calidad de los refrigerantes recuperados. El desequilibrio en la composición posterior a la regeneración, provocado por pérdidas desiguales de componentes en las etapas de recuperación o destilación, genera poca confianza en la consistencia química, la pureza y la fiabilidad operativa del producto regenerado final y reduce su aceptación en el mercado.

Distribución geográfica

26. El estudio ha puesto de manifiesto que las capacidades de referencia en materia de RRR varían en función de la madurez del sector de mantenimiento, la infraestructura existente, las medidas normativas y de aplicación de la ley, y el valor comercial de los refrigerantes recuperados, más que por pertenecer a una región geográfica concreta. Los mercados de RAC importantes y maduros generan volúmenes suficientes para justificar la regeneración desde el punto de vista comercial, mientras que los países más pequeños o geográficamente dispersos tienen dificultades para alcanzar las economías de escala necesarias. Por lo tanto, el estudio teórico subraya la importancia de evaluar la capacidad de referencia de la RRR de un país antes de formular las medidas de asistencia.

Eficacia y sostenibilidad de los logros

27. Nueve países calificaron la asistencia del Fondo Multilateral y de los organismos de ejecución como "muy eficaz" o "importante", y cinco como "moderadamente eficaz", "aceptable" o "suficiente". Los países de bajo consumo valoraron el suministro de equipos de recuperación y reciclaje, la capacitación de técnicos, las campañas de sensibilización y, en un caso, el apoyo a un sistema nacional de certificación. Algunos países de mayor consumo expresaron reservas respecto al apoyo a los centros de regeneración, señalando la necesidad de reforzar los marcos de regeneración de los HFC. La sostenibilidad exige cambiar el enfoque, pasando de la adquisición de equipos a la supervisión a largo plazo, el respaldo técnico y los mecanismos de mercado. Tal como se ha informado, los centros de RRR se enfrentan a problemas para garantizar su viabilidad como empresas independientes si no integran como una de las líneas de servicio en una entidad operativa ya existente.

Dimensión de género y participación de las mujeres

28. Las etapas iniciales de los PGEH se aprobaron antes de la adopción de la política operativa sobre la incorporación de la perspectiva de género (decisión 84/92 d)), por lo que en su diseño no se tuvo en cuenta dicha política. Los tramos y etapas posteriores de los PGEH, así como los planes de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (PAK), incorporan cada vez más la promoción de la participación de las mujeres en las actividades relacionadas con los proyectos. Si bien la mayoría de los países han informado únicamente de la promoción de la participación de las mujeres en actividades de capacitación y sensibilización, algunos fueron más allá con medidas concretas, como el acceso en igualdad de condiciones a los equipos para los talleres dirigidos por mujeres en Camboya, la participación de las mujeres en el funcionamiento de la instalación de RRR recientemente creada en Granada y el liderazgo femenino en instituciones clave de Macedonia del Norte.

Lecciones aprendidas y buenas prácticas

29. En el estudio teórico se señalaron las siguientes lecciones clave aprendidas y buenas prácticas para cada uno de los tres componentes de la RRR:

a) Recuperación: Es esencial contar con técnicos calificados y equipos accesibles, aunque esto no es suficiente a menos que se complemente con apoyo técnico, acceso a repuestos y mantenimiento, sistemas legislativos que prohíban descargar refrigerantes a la atmósfera y, cuando sea posible, incentivos económicos para los técnicos de servicio. Entre las buenas prácticas señaladas se encuentran: la obligación de que los técnicos cuenten con una licencia vinculada a la propiedad del equipo, junto con la presentación de informes anuales verificados; vincular la recuperación a los programas de sustitución y retirada de equipos; y trasladar la responsabilidad de la recogida de los técnicos a redes de recogida organizadas en las que participen grandes usuarios finales;

b) Reciclaje: El reciclaje *in situ* reduce la demanda de refrigerantes vírgenes, funciona mejor en sistemas con un único refrigerante y requiere una capacitación continua de los técnicos para evitar la contaminación cruzada, en particular la formación práctica sobre alternativas inflamables. La viabilidad del reciclaje *in situ* resulta más complicada en el caso de las mezclas de refrigerantes. Para que una red de reciclaje sea económicamente viable, es necesario un flujo suficiente y previsible de refrigerante;

c) Regeneración: La regeneración requiere un nivel adicional de capacidad técnica (caracterización, análisis, separación, equipos de procesamiento y certificación del producto regenerado); una instalación de regeneración solo puede ser sostenible si recibe volúmenes suficientes, cuenta con un mercado para el refrigerante regenerado y puede procesar diferentes mezclas y sustancias. Por lo tanto, la inversión en una instalación debe considerarse junto con la red de recuperación que la abastece, los mecanismos de recogida y transporte, los costos de ensayo y tratamiento, y la demanda del mercado. Dado que los centros de regeneración rara vez son rentables por sí solos, su integración en empresas que ofrecen servicios más amplios relacionados con la gestión del fin de vida útil de los productos, o incluso, en algunos casos, en instituciones educativas, ha demostrado ser eficaz;

d) En los tres componentes, el estudio destaca la importancia de contar con responsabilidades institucionales claras, medidas regulatorias adecuadas, cooperación entre las partes interesadas del país y sistemas de seguimiento que permitan contabilizar las cantidades recuperadas y regeneradas. También señala que los modelos adecuados para los grandes mercados de servicio y mantenimiento pueden no ser directamente aplicables a mercados más pequeños, en los que difieren los volúmenes, la dispersión geográfica y el acceso a servicios especializados; y

e) Evaluar la capacidad de referencia de un país en materia de RRR antes de diseñar las medidas de asistencia permitiría llevar a cabo intervenciones que satisfagan las necesidades reales y amplíen los beneficios para los países. La evaluación de referencia abarca, entre otros aspectos, la disponibilidad de técnicos y equipos, las cantidades disponibles para la recuperación, la capacidad de regeneración y de ensayo, la aplicación de la normativa y las diferencias de precios. Los enfoques por etapas, como los proyectos piloto dirigidos a grandes usuarios finales y que se llevan a cabo antes de su ampliación a escala nacional, y las unidades móviles de regeneración, reducen los riesgos de inversión y los costos logísticos.

Próximos pasos: segunda fase de la evaluación

30. La segunda fase de la evaluación consistirá en visitas sobre el terreno para validar y perfeccionar las conclusiones del estudio teórico, aprender de las buenas prácticas a partir de los casos de éxito, encontrar modelos que puedan reproducirse y extraer lecciones de los retos surgidos en la ejecución de los proyectos. Sobre la base de las conclusiones del estudio teórico, los objetivos de la segunda fase se centrarán en las siguientes cuestiones:

a) Reconstruir, en la medida de lo posible, y reexaminar la relación cuantitativa entre los fondos aportados, la infraestructura y la capacidad de RRR establecidas, y su utilización y resultados reales;

b) Revisión y evaluación en profundidad de los diferentes modelos de prestación de servicios de RRR (p. ej., enfoques centralizados y descentralizados de recogida, almacenamiento y regeneración) en distintos contextos nacionales; comparación de la viabilidad técnica, institucional y financiera de los modelos de gestión del sector público, el sector privado y la cooperación entre los sectores público y privado;

c) La eficacia del seguimiento de la RRR, centrándose en la trazabilidad de los refrigerantes, por ejemplo en qué medida se mide la recuperación a nivel de los técnicos y de los talleres, si es posible conciliar los datos a lo largo del ciclo de vida de los refrigerantes y cómo pueden incluirse las actividades de mantenimiento informales;

d) Los factores tecnológicos y de escalabilidad, así como los incentivos de mercado, como el efecto de los costos de recogida, transporte, almacenamiento y regeneración en la diferencia de precio entre los refrigerantes vírgenes y los regenerados, la existencia de demanda de refrigerantes regenerados y la medida en que la infraestructura de los HCFC puede reorientarse hacia los HFC y los refrigerantes con un menor PCA; y

e) Las funciones y responsabilidades de las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida de los refrigerantes.

31. A partir de la información recopilada, el estudio teórico propone realizar visitas sobre el terreno para elaborar cinco estudios de caso en cinco países que cuentan con sistemas de RRR contrastados en cuanto a volumen, infraestructura operativa y marcos de recopilación de datos:

a) Bahrein, un sistema relativamente maduro y compacto que combina un centro de regeneración centralizado, gestionado con la participación del sector privado, y una recogida descentralizada, con un sistema de concesión de licencias y seguimiento cada vez más digitalizado;

b) Colombia, una red nacional de recuperación y reciclaje relativamente madura y distribuida geográficamente, con numerosas instalaciones de recogida y regeneración, lo que permite evaluar la recogida descentralizada, la logística y la sostenibilidad financiera;

c) Egipto, un mercado de servicios de RAC amplio y diverso, con un centro de regeneración y una red de recuperación y reciclaje a gran escala, así como un sistema emergente de trazabilidad mediante códigos QR;

d) Malasia, un sistema nacional de RRR maduro en un mercado amplio y geográficamente disperso, que opera un marco híbrido impulsado por el mercado y que aprovecha las redes de empresas privadas; y

e) Macedonia del Norte, un mercado de RAC relativamente pequeño con un sistema de recuperación y reciclaje establecido y documentado, lo que permite evaluar la escala mínima viable de la infraestructura de recuperación y reciclaje y la transición hacia una gestión y regeneración más amplias de los residuos de refrigerantes.

32. El OSE considera que la muestra propuesta abarca una gran diversidad de regiones y modelos de prestación de servicios de RRR. La evaluación detallada y las visitas sobre el terreno a esta muestra de países proporcionarían amplia evidencia y diversos supuestos que podrían ser utilizados por países con niveles de consumo variables y con sectores de servicios en distintos grados de madurez.

33. El mandato actualizado para la segunda fase figura en el anexo II del presente documento. En la 93ª reunión se aprobó un presupuesto de USD 50.000 para la evaluación en su conjunto; el costo estimado de la segunda fase es de USD 30.000. Las conclusiones de ambas fases se consolidarán en un informe de evaluación final en el que se abordarán los logros, la eficacia, la sostenibilidad, los retos y las lecciones aprendidas, junto con recomendaciones específicas, cuantificables, alcanzables, pertinentes y con plazos definidos (SMART) para facilitar el seguimiento de su aplicación. El informe se presentará al Comité Ejecutivo en su 101ª reunión.

Conclusión

34. El estudio teórico confirma la importancia fundamental de la RRR para alcanzar los objetivos del Protocolo de Montreal, así como el valor de la infraestructura y las capacidades establecidas con la ayuda del Fondo Multilateral. También pone de manifiesto que la transición de las actividades basadas en proyectos

a sistemas nacionales sostenibles de RRR depende de una red integrada de recogida en origen, de la logística inversa, de incentivos económicos y modelos de gestión viables, de marcos normativos aplicables y de un seguimiento fiable de los flujos de refrigerantes.

35. Las conclusiones también indican que los principales problemas están interrelacionados. Las limitaciones en la cobertura de los equipos de recuperación o en la participación de los técnicos en la recuperación afectan a los volúmenes suministrados a los centros de recogida; las disposiciones relativas al transporte y la separación afectan a la calidad y la cantidad que llegan a las instalaciones de regeneración; y el precio de mercado de los refrigerantes vírgenes influye en la demanda de productos regenerados. Dado que estos factores están interrelacionados a lo largo de la cadena de los refrigerantes, el OSE considera que merecen un examen integrado durante las visitas sobre el terreno, en lugar de evaluaciones independientes de los distintos equipos o actividades aisladas. Dichas conclusiones proporcionan información inicial valiosa para todas las partes interesadas en el diseño y la ejecución de proyectos en curso y futuros que incluyan componentes de RRR, incluso en relación con la reducción de los HFC, así como una base sólida para la segunda fase de la evaluación.

RECOMENDACIÓN

36. El Comité Ejecutivo podría estimar oportuno:

a) Tomar nota del estudio teórico para la evaluación de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/99/11;

b) Invitar a los países del artículo 5, a los organismos bilaterales y de ejecución y a la Secretaría a que tengan en cuenta, cuando proceda, las conclusiones y las lecciones aprendidas del estudio teórico mencionado en el apartado a) anterior, en particular las relacionadas con los sistemas de seguimiento y control, la capacidad técnica, los marcos normativos, la disponibilidad de un suministro constante de refrigerantes recuperados y la sostenibilidad económica de las actividades de recuperación, reciclaje y regeneración, a la hora de diseñar, ejecutar, vigilar y presentar informes sobre los proyectos en curso y futuros que incluyan componentes de recuperación, reciclaje y regeneración;

c) Aprobar el mandato para la segunda fase de la evaluación de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración que figura en el anexo II del presente documento; y

d) Solicitar al Oficial Superior de Evaluación que presente el informe final consolidado, así como las lecciones aprendidas y las recomendaciones, en la 101ª reunión.

ESTUDIO TEÓRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE RECUPERACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACIÓN

I. Introducción

37. Los proyectos sobre recuperación, reciclaje y regeneración (RRR) y gestión del ciclo de vida de los refrigerantes revisten una importancia fundamental para alcanzar los objetivos del Protocolo de Montreal y representan una parte considerable de las actividades financiadas que se llevan a cabo en los países del artículo 5. Estos proyectos, que incluyen actividades de inversión, la capacitación y la creación de capacidad conexas, contribuyen a la reducción sostenible del consumo y a la prevención de las emisiones de sustancias controladas.

38. En su 93ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el programa de trabajo de supervisión y evaluación para los años 2024 y 2025 (decisión 93/10), que incluía la elaboración del mandato para un estudio teórico para la evaluación de los proyectos relacionados con la RRR. En el programa de trabajo de supervisión y evaluación se estipulaba que "la evaluación tendría por objeto evaluar la utilización de la infraestructura establecida en los países que operan al amparo del artículo 5 para la recuperación, el reciclaje y, en su caso, la regeneración de sustancias reguladas, así como la contribución de dicha infraestructura a la reducción de su consumo". El mandato para la primera fase de la evaluación se aprobó en la 95ª reunión del Comité Ejecutivo.

39. La cuestión relativa a la RRR se ha abordado en evaluaciones anteriores que figuran en el anexo I del mandato[18]. La primera evaluación específica sobre este tema fue un estudio teórico sobre proyectos de recuperación y reciclaje presentado en la 31ª reunión. Desde entonces, la cuestión se ha examinado como parte integrante de otras evaluaciones temáticas, en particular las relativas al sector de servicios de RAC. Dichas evaluaciones han llevado al Comité Ejecutivo a adoptar varias decisiones sobre diferentes aspectos de la RRR[19], que incluyen solicitudes dirigidas a las distintas partes interesadas, como los organismos bilaterales y de ejecución y las ONO.

40. La definición de la RRR en el marco del Protocolo de Montreal quedó establecida por la decisión IV/24 de la reunión de las Partes, de la siguiente manera:

> *"Recuperación: La recogida y almacenamiento de las sustancias controladas procedentes de maquinaria, equipo, receptáculos, etc., en el curso del mantenimiento o antes de su eliminación;*
>
> *Reciclado: La reutilización de una sustancia controlada recuperada mediante un procedimiento de depuración básico, tal como el filtrado o el secado. En el caso de los refrigerantes, el reciclado normalmente entraña la recarga en el equipo. A menudo tiene lugar "sobre el terreno";*
>
> *Regeneración: La reelaboración y purificación de una sustancia controlada recuperada mediante mecanismos como el filtrado, el secado, la destilación y el tratamiento químico a fin de establecer el estándar de rendimiento especificado de las sustancias. A menudo entraña la elaboración "fuera del lugar" en una instalación central."*

41. Desde sus inicios, el Fondo Multilateral ha apoyado proyectos relacionados con uno o varios de los tres procesos de RRR, que abarcan diversas sustancias, entre otras, los CFC, los halones y el metilbromuro, y más recientemente los HCFC y los HFC. El método empleado para elaborar esta evaluación podría reproducirse en el futuro para evaluaciones similares de otros sectores y sustancias, si así se lo solicita.

[18] UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/12.
[19] Tales como las decisiones 41/100, 49/6 y 58/6.

I.1 Objetivo y cuestiones principales

42. El objetivo del estudio teórico es abarcar los proyectos de acuerdos plurianuales, centrándose en el sector del mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado (RAC), y sentar las bases para una segunda fase de esta evaluación que aborde las cuestiones que el presente estudio no puede tratar en su totalidad. El análisis realizado en el estudio teórico emplea las cuestiones principales enumeradas como preguntas de evaluación en el anexo II del mandato para determinar las dificultades clave que surgen durante la ejecución de los proyectos relacionados con la recuperación, el reciclaje y la regeneración.

43. Las conclusiones del estudio teórico sientan las bases para una segunda fase de la evaluación, que consistirá en visitas a los países con el fin de señalar buenas prácticas y modelos que puedan reproducirse, así como de extraer lecciones aprendidas sobre las dificultades de la implementación. El informe final del estudio teórico presenta el mandato actualizado para la segunda fase, que refleja las conclusiones del estudio teórico, como anexo II del presente documento.

I.2 Alcance y metodología

44. El alcance del estudio teórico abarca una serie de aspectos relacionados con la ejecución de los proyectos de RRR, en particular sus logros, su eficacia y su contribución al cumplimiento del Protocolo de Montreal. El estudio teórico analiza los proyectos de los acuerdos plurianuales aprobados entre 2010 y 2023, en particular los de los PGEH que contienen al menos uno de los tres componentes de RRR en el sector de servicios de RAC, incluidos los subsectores de la refrigeración doméstica, comercial e industrial, así como el de la climatización residencial y comercial.

45. El estudio teórico analiza una muestra de proyectos, tanto en países de bajo consumo como en países de mayor consumo, seleccionados de entre una serie de países, con el fin de obtener una representación equilibrada de las regiones, los organismos de ejecución y el nivel de consumo de SAO. En el anexo I del presente documento figura información resumida sobre los países seleccionados.

46. El consultor examinó propuestas de proyectos correspondientes a diferentes etapas de los PGEH y los informes pertinentes de finalización de los proyectos. El consultor examinó además la información pertinente del capítulo 3 del informe del GETE sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, así como los asuntos de interés que se trataron en la reunión de coordinación interinstitucional (IACM) celebrada del 10 al 12 de septiembre de 2024. La lista de documentos consultados para el estudio teórico figura en el anexo III del presente documento.

47. La principal limitación del estudio teórico se deriva, sobre todo, de su dependencia de las propuestas de proyectos de PGEH, los informes de finalización y los cuestionarios de encuesta rellenados, que variaban en cuanto a su alcance y nivel de detalle en lo respecta a la planificación y la presentación de informes sobre los componentes de RRR. Por lo tanto, el estudio teórico no pudo verificar de forma independiente los resultados comunicados, observar el funcionamiento práctico de los sistemas de RRR ni evaluar plenamente la participación de las partes interesadas, la coordinación, los incentivos y las limitaciones operativas. Dichas limitaciones restringieron el grado en que se pudo evaluar de manera concluyente la idoneidad y la relación costo-beneficio de la financiación del Fondo Multilateral, el desempeño comparativo de los diferentes modelos de prestación y gestión de RRR, y la sostenibilidad de los logros de los proyectos. Por lo tanto, la segunda fase tendrá como objetivo subsanar estas lagunas de información mediante observaciones sobre el terreno, consultas con las partes interesadas y, cuando sea posible, el análisis de datos operativos, técnicos y financieros.

II. Conclusiones

48. En esta sección se presentan las conclusiones del estudio teórico, sintetizadas a partir de dos fuentes de datos complementarias para lograr una evaluación exhaustiva. El análisis de los informes oficiales sobre el avance y la finalización de los proyectos, presentados por los organismos de ejecución en nombre de los

países seleccionados a la Secretaría del Fondo, se complementó con datos primarios recopilados mediante un cuestionario de encuesta específico. El cuestionario se estructuró en torno a las preguntas de evaluación fundamentales establecidas en el anexo II del mandato y se envió directamente a las ONO de los 15 países seleccionados. Se hicieron tareas de seguimiento para conseguir una tasa de respuesta sólida, mediante las cuales 14 de los 15 países seleccionados rellenaron los cuestionarios, lo que representa una tasa de respuesta del 93,3 %.

49. Además, se solicitó a los encargados de proyectos pertinentes del PNUD, la ONUDI y la GIZ que ejecutan los componentes de RRR de los PGEH en los países seleccionados que aportaran información sobre la experiencia de los organismos de ejecución a la hora de prestar asistencia para los componentes de los proyectos de RRR. La lista de partes interesadas a las que se dirige la recopilación de datos figura en el anexo IV del presente documento.

Adecuación de la planificación, el diseño y el nivel de financiación de los proyectos

50. El estudio teórico reveló que el carácter estandarizado de las propuestas de proyectos de PGEH presentadas al Comité Ejecutivo y la información que contenían no proporcionaban detalles suficientes para evaluar los fundamentos en los que se basaba la planificación de los componentes de RRR, entre otras cosas cómo se habían determinado las actividades, el equipamiento, la infraestructura y la financiación correspondiente previstas en relación con los bancos nacionales de refrigerantes, el tamaño y la distribución geográfica del sector de servicios de RAC, y las cantidades de refrigerantes potencialmente disponibles para su recuperación y regeneración. En consecuencia, aunque la documentación servía de base para examinar el alcance y la financiación prevista de los componentes de RRR, aportó pocos datos para evaluar si las intervenciones propuestas tenían la envergadura adecuada, contaban con la financiación suficiente y tenían probabilidades de producir resultados rentables y sostenibles.

51. Los participantes en el taller celebrado durante la 36ª reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal[20] señalaron el carácter complejo e intersectorial de la RRR como parte de los marcos de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, y subrayaron la necesidad de una mayor inversión, tanto en gastos de capital como en gastos operativos. Si bien el Fondo Multilateral no dispone de financiación suficiente para respaldar la implementación a gran escala de las actividades de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, las recientes decisiones del Comité Ejecutivo abren el camino para la financiación de dicha gestión[21].

52. El grado de satisfacción con los niveles de financiación para las actividades de RRR varió de forma considerable según el tipo de país. Cuatro de los siete países[22] de bajo consumo consideraron que sus niveles de financiación eran insuficientes para crear redes de recuperación y reciclaje. Las preocupaciones más frecuentes que se mencionaron fueron los elevados costos de los equipos de recuperación y reciclaje y el apoyo insuficiente para el establecimiento y funcionamiento de una red más amplia de centros de recogida. Fiji también destacó los elevados costos asociados al transporte y la logística debido a la dispersión geográfica de las islas. Aunque los tres países europeos[23] expresaron su satisfacción con el nivel actual de financiación, Macedonia del Norte pidió un apoyo continuado y reforzado para mejorar la red de RRR con el fin de gestionar mezclas complejas de refrigerantes y alternativas ligeramente inflamables (A2L).

53. Si bien algunos países de mayor consumo expresaron una mayor confianza en sus niveles actuales de financiación, pocos países destacaron la necesidad de mejoras financieras y estructurales. México hizo hincapié en que la mejora de su sistema de RRR requiere la modernización de los equipos, una mayor cobertura geográfica para impulsar la recogida por parte de los usuarios finales, una mejor trazabilidad y la

[20] Taller sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes en la 36ª reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal, del 27 de octubre al 2 de noviembre de 2024, en Bangkok (Tailandia)
[21] Decisiones 93/104 y 97/89.
[22] Camboya, Costa Rica, Fiji, Granada.
[23] Albania, Macedonia del Norte y Serbia.

creación de modelos de gestión sostenibles. Por su parte, Colombia señaló que mantener operativa su red de RRR ha exigido un respaldo financiero continuo por parte del sector privado, la colaboración interinstitucional y la asistencia del Gobierno. Malasia pidió más financiación para la ampliación de las instalaciones y redes de recogida y regeneración de refrigerantes, la mejora del seguimiento y la gestión de datos, y el refuerzo del control de calidad. Según la India, las actuales directrices de financiación para la recuperación, el reciclaje y la regeneración en el marco de los PGEH se basan en umbrales históricos que no reflejan el costo real de establecer una infraestructura sostenible de la RRR y no tienen en cuenta necesidades sistémicas fundamentales.

Seguimiento de la aplicación efectiva de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración

54. En el marco del Fondo Multilateral, la financiación y la ejecución de los PGEH se estructuran en torno a solicitudes de tramos sujetas a resultados. Para lograr el siguiente tramo de financiación, las oficinas nacionales del ozono y los organismos de ejecución deben presentar un informe sobre la marcha de las actividades que incluya información sobre los avances del componente de RRR. En todas las solicitudes de tramos de los PGEH revisados se encontraron resúmenes de los avances en la ejecución de las actividades relacionadas con la RRR.

55. Los 14 países que respondieron al cuestionario de la encuesta calificaron su capacidad para hacer un seguimiento de las cantidades de refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados como "parcialmente" adecuada, ya que los datos pertinentes se recogen de los operadores formales y las instalaciones de regeneración. Albania, Costa Rica, Fiji, Granada, la India y Malasia destacaron el hecho de que los técnicos en refrigeración y aire acondicionado y los talleres de servicio no están legalmente obligados a registrar y notificar las cantidades de refrigerantes recuperados y reciclados durante las actividades de mantenimiento, y señalaron la falta de bases de datos centralizadas para este fin. Bahrein y Túnez añadieron que esto es especialmente pertinente en los casos en que los refrigerantes recuperados se recargan *in situ* y los talleres de servicio no registran sus cantidades. Por ello, las ONO y otras autoridades pertinentes carecen de datos fiables para hacer un seguimiento de las prácticas de recuperación y reciclaje de refrigerantes y evaluar los volúmenes reales de refrigerantes que se evitan que se liberen a la atmósfera y se vuelven a utilizar.

56. A modo de ejemplo, entre los principales retos señalados por Bahrein figuran el amplio y diverso sector de mantenimiento, la recuperación y reutilización de refrigerantes *in situ*, ampliamente descentralizada, la escasa disponibilidad de datos históricos sobre los refrigerantes presentes en los equipos instalados y la dificultad práctica de consolidar y verificar los datos de todas las actividades de mantenimiento.

57. Además, los datos sobre los refrigerantes y los equipos de RAC al final de su vida útil se encuentran dispersos entre diversas organizaciones (por ejemplo, aduanas, departamentos de gestión de residuos, la ONO y las organizaciones de responsabilidad de los productores), sin que exista una plataforma digital integrada para comunicar y cotejar la información. Como consecuencia, los datos sobre importaciones, equipos comercializados, recogida de residuos, recuperación de refrigerantes y actividades de RRR se mantienen en sistemas independientes y no pueden vincularse ni cotejarse fácilmente. Esto limita la capacidad de obtener una visión completa de los flujos de refrigerante y detectar lagunas o discrepancias.

58. Por último, en todos los países se echa en falta un seguimiento exhaustivo de los refrigerantes a lo largo de todo su ciclo de vida. A modo de ejemplo ilustrativo, Macedonia del Norte informó de que la legislación nacional sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) no exige a los productores ni a las organizaciones de responsabilidad de los productores que comuniquen las cantidades, a nivel de sustancia, de los refrigerantes presentes en los equipos al final de su vida útil que se recogen. Esta laguna se ve agravada por las actividades de los recolectores informales y los vertederos sin licencia, que desmantelan equipos de refrigeración y aire acondicionado para obtener desechos de metal sin recuperar ni notificar adecuadamente los refrigerantes que contienen los aparatos.

59. Se informó de algunas medidas destinadas a subsanar estas lagunas de seguimiento. La ONO de Egipto implantó con éxito un sistema de seguimiento mediante códigos QR para los refrigerantes para la RRR. Sin embargo, actualmente la introducción de datos se limita a las empresas de regeneración que utilizan el portal de la ONO, lo que crea una desconexión entre los propietarios de los equipos, los proveedores de mantenimiento y las empresas de regeneración. Por su parte, la ONO de Serbia informó de que la nueva Ley de Protección del Aire de Serbia obligará a las empresas de servicios a presentar informes anuales sobre las cantidades de refrigerante recuperado, reciclado o regenerado a la Agencia de Protección del Medio Ambiente, a partir del 1 de enero de 2027.

60. A la insuficiente vigilancia se suma el hecho de que en los formularios de notificación previstos en el artículo 7 no se exige indicar las cantidades de refrigerantes recuperados o regenerados[24]. En su lugar, dichos datos se solicitan de vez en cuando mediante decisiones específicas independientes de las Partes (dirigidas al GETE)[25].

Identificación de las partes interesadas pertinentes

61. Los países identificaron a los técnicos y empresas del sector de servicios, los centros de recuperación y regeneración, las instituciones de formación técnica y profesional, los servicios de aduanas y control fronterizo, los ministerios encargados del medio ambiente, las autoridades de gestión de residuos, así como las asociaciones de RAC, como partes interesadas pertinentes en materia de RRR. Sin embargo, solo alrededor de la mitad de los países también incluyeron a los agentes de la cadena de suministro de equipos (fabricantes, importadores, distribuidores y minoristas), así como a los propietarios de equipos comerciales, industriales e institucionales. Ninguno de los países mencionó a las empresas autorizadas para transportar, tratar y eliminar residuos peligrosos.

62. Las respuestas de los países señalan que las actividades de RRR se basan en una compleja red de partes interesadas. Algunos actores participan directamente en la cadena de valor, entre ellos los talleres de mantenimiento de equipos de RAC, los importadores y distribuidores de refrigerantes, las instituciones de formación, las asociaciones del sector, los usuarios finales de los equipos y las instalaciones de regeneración. Por el contrario, otras partes interesadas desempeñan un papel más periférico, como los ministerios o departamentos que vigilan el medio ambiente, la energía y el cambio climático, las autoridades aduaneras y de control fronterizo, así como las autoridades y empresas de gestión de residuos.

63. El PNUD presentó su experiencia con diversos enfoques para la selección de operadores de RRR, cada uno de los cuales presenta las siguientes ventajas y retos específicos:

a) Los importadores y distribuidores de refrigerantes utilizan las redes logísticas, las carteras de clientes y las flotas de bombonas existentes. No obstante, los operadores deben mejorar sus competencias técnicas y recibir incentivos económicos claros para dar prioridad al gas regenerado frente a las importaciones de gas virgen rentables;

b) Las universidades y los centros de capacitación integran de manera eficaz las prácticas de RRR en los programas de certificación de técnicos, utilizando las redes institucionales ya establecidas. Sin embargo, suelen carecer de la infraestructura comercial y los conocimientos

[24] Secretaría del Ozono del PNUMA, *Formularios de presentación de datos en el marco del artículo 7 e instrucciones y directrices conexas*, anexo III del informe de la 30ª reunión de las Partes (2018), revisados de conformidad con la decisión XXXVI/12. Disponible en:: https://ozone.unep.org/node/2128 y https://ozone.unep.org/node/16056

[25] Por ejemplo, en el párrafo 4 de la decisión XXX/2, las Partes solicitaron al Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica que, en sus informes cuatrienales que se presentarán en 2023 y 2027, proporcionaran información sobre la disponibilidad de sustancias del grupo I del anexo C, incluidas las cantidades disponibles de la recuperación, el reciclado y la regeneración, y la mejor información disponible sobre las existencias totales de las que se tiene conocimiento a nivel de los países.

empresariales necesarios para gestionar una operación comercial viable;

c) Las empresas especializadas en la gestión de residuos están bien posicionadas para recuperar refrigerantes de equipos al final de su vida útil en el marco de la economía circular. No obstante, este modelo requiere establecer un modelo de gestión específico y viable para la regeneración, independiente de su principal fuente de ingresos procedente del tratamiento de residuos.

64. Los organismos de ejecución destacaron la importancia de la colaboración a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que requiere que las autoridades ambientales, los distribuidores de refrigerantes, los técnicos de servicio, las instituciones de capacitación y las empresas de gestión de residuos actúen como una red unificada.

65. Las observaciones de fondo formuladas por los organismos de ejecución que prestaron asistencia a los países en el marco del estudio teórico abarcaban números ámbitos operativos, técnicos y estratégicos. Para mantener la claridad temática y lograr un análisis estructurado, sus diversas experiencias sobre el terreno, retos institucionales y mejores prácticas se han integrado directamente en las preguntas de evaluación específicas detalladas en el anexo II del mandato.

66. Los 14 países informaron de que las ONO desempeñan un papel central de coordinación y supervisión en las actividades de recuperación, reciclaje y regeneración. Este incluye la coordinación con los organismos de ejecución y la industria, la elaboración y actualización de las políticas y normativas pertinentes, la definición de las necesidades de equipos y capacitación en materia de RRR, la supervisión de la ejecución de las actividades de RRR, así como la recopilación de datos sobre los refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados. Algunos países señalan además que las ONO también se encargan de recopilar información y de presentar informes periódicos al Gobierno, a los organismos de ejecución y a la Secretaría del Ozono.

67. Con el fin de reforzar el papel de las ONO en la recuperación, el reciclaje y la regeneración, Albania abogó por la creación de una base de datos centralizada sobre RRR, el establecimiento de requisitos de notificación obligatorios y una mayor coordinación con los técnicos, las empresas de servicios, los importadores, las aduanas y los operadores de residuos. Bahrein, Fiji y Granada destacaron la necesidad de aumentar el apoyo financiero, técnico e institucional a las ONO. México añadió la creación de capacidades específicas en ámbitos operativos y normativos críticos, el control y la regulación de las fugas de refrigerantes, y el desarrollo de sistemas de seguimiento, notificación y verificación. Malasia abogó por el desarrollo de un marco nacional integral de la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes que defina claramente las responsabilidades en materia de recuperación, recogida, transporte, ensayo, reciclaje, regeneración, reutilización y gestión al final de la vida útil de los refrigerantes.

Aduanas

68. La información facilitada por los países parece indicar que el comercio transfronterizo de refrigerantes recuperados o regenerados no es, en la actualidad, una práctica importante en los países analizados. Solo Albania mencionó el comercio transfronterizo de refrigerantes reciclados y regenerados. Malasia informó de que el comercio se realiza dentro del país (de empresa a empresa) y Macedonia del Norte señaló que los refrigerantes recuperados permanecen dentro de las fronteras nacionales, donde se almacenan para su uso futuro o se reintroducen en operaciones de mantenimiento, con sujeción a los requisitos técnicos y normativos aplicables. Costa Rica atribuyó la ausencia de comercio transfronterizo a la falta de una cultura consolidada en el uso de refrigerantes recuperados o regenerados, mientras que la India lo achacó a la falta de una certificación internacional estándar y a los elevados costos de transporte.

69. Dichos resultados indican que los sistemas de recuperación y regeneración de refrigerantes están orientados principalmente a la gestión y la reutilización de los refrigerantes a nivel nacional, más que a los mercados regionales o internacionales. La India destacó el problema del “comercio encubierto”, que se

produce cuando los HCFC/HFC contaminados, mezclados o vírgenes se etiquetan falsamente como "regenerados" o "reciclados" para eludir las cuotas de importación o los controles de licencias. A este respecto, los países destacaron el papel clave de las autoridades aduaneras a la hora de prevenir el comercio no autorizado y controlar el movimiento de refrigerantes regulados y equipos conexos a través de las fronteras nacionales. Esto incluye la aplicación de restricciones o prohibiciones a la importación de SAO heredadas y envases no recargables, la verificación de los permisos de importación y las asignaciones de cuotas aplicables a los refrigerantes a granel, así como el examen de los equipos de refrigeración y aire acondicionado precargados para detectar posibles importaciones no declaradas o no autorizadas. Estos controles son especialmente importantes cuando los mismos refrigerantes pueden entrar en el país en diferentes formas, ya sea como sustancias a granel, en bombonas o presentes en equipos importados.

70. En las respuestas se señaló que, en general, los procedimientos aduaneros para el control del movimiento internacional de refrigerantes vírgenes y regulados están bien establecidos en los países encuestados. Pocos países destacaron varios retos para el control del comercio transfronterizo de refrigerantes regenerados. México mencionó dificultades para señalar con precisión los refrigerantes y verificar si se trata de refrigerante virgen, recuperado o regenerado. Bahrein y Malasia añadieron que distinguir los refrigerantes recuperados o regenerados de los vírgenes y verificar su origen puede plantear dificultades prácticas en materia de trazabilidad. Las razones que se citaron para explicar dichas dificultades fueron la insuficiente capacidad de identificación de refrigerantes en los puntos fronterizos y un intercambio de información insuficiente entre los organismos competentes encargados de hacer cumplir la ley.

Contención de refrigerantes y gestión del ciclo de vida

71. El informe de 2024 del GETE[26] aborda el ciclo de vida de los refrigerantes, desde la prevención de fugas en el diseño, la fabricación y el montaje de los equipos de RAC, pasando por toda su vida útil, hasta la recuperación y reutilización o destrucción de los refrigerantes. El informe señala además que la capacidad para la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes varía en función de los tipos de aplicaciones o productos, el tamaño y el nivel de industrialización de los países, así como de las regiones dentro de un mismo país, con mayor accesibilidad en las zonas urbanas. Existe una accesibilidad desigual en los países del artículo 5 a las tecnologías de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, especialmente en lo que respecta a las capacidades avanzadas de regeneración y destrucción.

72. Para promover la recuperación de refrigerantes, la mayoría de los países mencionaron la creación de capacidad y la certificación de técnicos en RAC, la prohibición de la liberación de refrigerantes a la atmósfera, el suministro de equipos de recuperación y reciclaje de refrigerantes en el marco de proyectos financiados por el Fondo Multilateral, el fortalecimiento de los centros de capacitación y la sensibilización de las distintas partes interesadas. Según se ha informado, estas medidas han mejorado las prácticas de contención y recuperación de refrigerantes, especialmente entre los técnicos capacitados y las empresas de mantenimiento. Sin embargo, al mismo tiempo, los países también indicaron que la eficacia general de estas medidas sigue siendo moderada y se ve limitada por el elevado costo de los equipos de recuperación y reciclaje, las dificultades logísticas para la recogida y el transporte a los centros de regeneración (si existen), las cantidades limitadas de refrigerantes disponibles para su recuperación y la falta de mecanismos de seguimiento y cumplimiento plenamente desarrollados.

73. Egipto demostró un enfoque más sistemático basado en una distribución selectiva de equipos y herramientas de recuperación de refrigerantes a los miembros y beneficiarios de una red de recolectores. La ONO de Egipto informó de que se ha desarrollado un programa de red de beneficiarios que va más allá del simple establecimiento de una instalación de regeneración o reciclaje, mediante el suministro de equipos a una red de recolectores descentralizados que generan y consolidan los refrigerantes recuperados y crean

[26] GETE, mayo de 2024: Informe del Grupo de Trabajo de la Decisión XXXV/11 sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes (volumen 3)

un canal organizado a través del cual los refrigerantes recuperados, que se encuentran dispersos, llegan a una instalación de reciclaje o regeneración.

74. Varios países también destacaron la importancia de reforzar los marcos legislativos y normativos. Camboya informó de que su marco normativo, que contiene subdecretos sobre las SAO y disposiciones del Código de Medio Ambiente y Recursos Naturales que exigen una gestión adecuada de los refrigerantes, constituye una condición propicia importante para fomentar la recuperación de refrigerantes. Del mismo modo, Bahrein informó de que las cantidades de refrigerante recuperadas y entregadas para su regeneración aumentaron desde la introducción del marco normativo reforzado y de los requisitos de capacitación de los técnicos. Macedonia del Norte ha introducido una prohibición legal de la liberación intencionada de refrigerantes en virtud de la Ley de Medio Ambiente, así como la obligación de que los técnicos certificados presenten informes anuales a través de los cuadernos de registro de servicio.

75. Pocos países destacaron la creciente importancia de los programas de sustitución de aparatos. México informó de los avances en la puesta en marcha de un programa conocido comúnmente como "Cambia tu viejo por uno nuevo"[27], a través de más de 100 centros de recogida y desmantelamiento que reciben los aparatos, recuperan los refrigerantes y separan los materiales reciclables. Asimismo, Macedonia del Norte informó sobre la aplicación de la financiación basada en la responsabilidad ampliada del productor (RAP) para los sistemas de recogida de residuos electrónicos. Este enfoque resultó eficaz en el sector comercial y de mantenimiento, pero tuvo menos éxito en el caso de los aparatos domésticos al final de su vida útil debido a la insuficiencia de puntos de entrega públicos, la retención de aparatos obsoletos en los hogares y las fugas de refrigerante durante su manipulación en los vertedores informales.

76. Los países coincidieron unánimemente en que la experiencia adquirida con las actividades de RRR en el marco de los proyectos de gestión de los HCFC constituye un punto de partida sólido para la reducción de los HFC. Las redes existentes de técnicos calificados, infraestructuras, prácticas de mantenimiento y equipos de recuperación pueden reorientarse hacia la gestión de los HFC, reduciendo tanto las emisiones nocivas como la demanda de refrigerantes vírgenes. Además, las lecciones aprendidas del seguimiento de los HCFC ayudarán a los Gobiernos a diseñar sistemas más eficaces de concesión de licencias, presentación de informes y cuotas para reforzar los mecanismos de cumplimiento, así como una plataforma para una mejor coordinación de las ONO con las principales partes interesadas en la reducción de los HFC.

77. Sin embargo, pocos países señalaron que la recuperación de los HFC planteara retos técnicos, de seguridad y logísticos significativamente mayores en comparación con los HCFC. Colombia y Túnez hicieron hincapié en que la infraestructura existente debe adaptarse a las diferentes características de los HFC. Mientras que los HCFC eran en su mayoría gases no inflamables de un solo compuesto, los HFC suelen consistir en mezclas químicas complejas que funcionan a presiones más altas, lo que requiere la modernización de los equipos y la revisión de los protocolos de manipulación. México añadió la necesidad de una identificación y separación adecuadas de los compuestos refrigerantes, así como de nuevos requisitos de seguridad para determinados refrigerantes con un PCA más bajo. Macedonia del Norte pidió que se revisaran los sistemas nacionales de certificación y se actualizaran los planes de capacitación para incluir los refrigerantes ligeramente inflamables (A2L), los hidrocarburos inflamables (A3) y los refrigerantes alternativos de alta presión. Egipto destacó la necesidad de costosas unidades de destilación en varias etapas para la separación de mezclas de refrigerantes, mientras que Fiji subrayó la importancia de la financiación para el almacenamiento y la destrucción adecuados de los refrigerantes recuperados en el marco de las actividades de RRR relativas a los HFC.

78. Los organismos de ejecución también confirmaron que las persistentes barreras técnicas en el tratamiento de mezclas complejas de HFC, como el R-410A y otras mezclas de varios componentes, suponen un importante reto operativo. Según su experiencia, los centros de regeneración se enfrentan con frecuencia a desequilibrios en la composición tras la regeneración, causados por una pérdida desigual de componentes durante las fases de recuperación o destilación. En consecuencia, los operadores de las

[27] Cambia tu viejo por uno nuevo (en original, en español).

instalaciones suelen manifestar poca confianza en la consistencia química, la pureza y la fiabilidad del rendimiento del producto regenerado final, lo que afecta negativamente a su aceptación en el mercado.

79. Al comparar las mezclas de refrigerantes con las sustancias puras, el problema principal señalado por varios países fue las características zeotrópicas del R-410A y el R-407C, que representan la mayor parte de los volúmenes de refrigerante recuperados en los talleres de mantenimiento. Dichos compuestos son propensos al fraccionamiento durante las fugas, lo que altera las proporciones de los componentes y limita, por tanto, la viabilidad del reciclaje básico *in situ* sin unidades de regeneración avanzadas. Además, el riesgo de contaminación cruzada aumenta aún más los costos de procesamiento. Estos factores contribuyen a reducir la viabilidad comercial de las mezclas regeneradas en comparación con la compra de refrigerantes vírgenes.

80. Solo alrededor de la mitad de los países indicaron que las mezclas de refrigerantes plantean mayores problemas técnicos y económicos para los programas de RRR en comparación con las sustancias puras. Macedonia del Norte señaló que la contaminación cruzada era un riesgo constante en las operaciones *in situ*. La recuperación de varios tipos de mezclas incompatibles en la misma bombona echa a perder todo el lote, convirtiendo valiosas existencias químicas en residuos peligrosos contaminados que no pueden reutilizarse y deben almacenarse o exportarse al extranjero para su destrucción.

81. Dado que las mezclas pueden sufrir fraccionamiento durante una fuga, sus proporciones originales de componentes pueden verse alteradas, lo que requiere unidades de regeneración especializadas capaces de devolver al refrigerante los estándares de pureza y composición exigidos. Varios países de mayor consumo[28] señalaron la necesidad de costosos equipos de ensayo de laboratorio, incluida la cromatografía de gases, para verificar la composición y la pureza del refrigerante regenerado antes de que pueda reutilizarse de forma segura en el sistema original o volver a comercializarse. Bahrein añadió que también es necesario prestar atención a la identificación, la composición y la calidad de los refrigerantes para determinar si son aptos para la regeneración. Estos requisitos técnicos, junto con los costos de transporte y control de calidad, aumentan el costo total de la regeneración y hacen que las mezclas regeneradas sean menos viables económicamente que la simple compra de refrigerantes nuevos y vírgenes.

82. A modo de ejemplo concreto, México señaló que la regeneración de las nuevas mezclas de refrigerantes requiere especificaciones estrictas de identificación y separación. Las nuevas mezclas, como el R-448A, el R-449A, el R-452A y el R-513A, exigen un seguimiento preciso, mientras que las alternativas inflamables, como el HFC-32 y el R-454B, requieren herramientas especializadas, bombonas compatibles y protocolos de seguridad estrictos. Esto añade una considerable complejidad a los procesos de identificación, muestreo, ensayo y separación. Debido a estos requisitos técnicos exigentes, la capacidad nacional del país para recuperar mezclas sigue siendo muy limitada. De hecho, actualmente solo una instalación de México cuenta con el equipo de destilación necesario para recuperar dichas mezclas.

83. Costa Rica no considera necesario incluir las mezclas en los procesos de RRR, ya que actualmente no resultan atractivas para los usuarios finales. Egipto advirtió del impacto de las dificultades técnicas en el establecimiento de sistemas de fijación de precios para la regeneración de mezclas de R-400, debido al costo que supone su intenso procesamiento. Túnez informó de que las dificultades técnicas mencionadas ya se han reflejado en el ajuste de los programas de capacitación de los técnicos en RAC, centrándose en metodologías especializadas para la recuperación de mezclas de refrigerantes. Bahrein destacó que, hasta la fecha, solo se han recibido cantidades limitadas de mezclas de refrigerantes para su regeneración. Por consiguiente, las necesidades en materia de creación de capacidad para la regeneración de mezclas deben evaluarse de forma progresiva, en función de los refrigerantes que se introduzcan en el mercado nacional y de las necesidades reales del sector del mantenimiento.

[28] Bahrein, Malasia, México.

84. Malasia y Túnez hicieron hincapié en que las intervenciones deberían reforzarse a lo largo de toda la cadena de valor de los refrigerantes, en lugar de centrarse principalmente en la recuperación al final de la vida útil. Las medidas comprenden la prevención de fugas mediante la mejora de las prácticas de instalación y mantenimiento, el fomento del mantenimiento periódico y la detección temprana de fugas, la garantía del uso de equipos de recuperación durante el mantenimiento y el desmantelamiento, y el establecimiento de sistemas para la recogida, el transporte, el ensayo, el reciclaje, la regeneración y la eliminación ambientalmente racional de los refrigerantes. Granada, Macedonia del Norte y Túnez señalaron la importancia de los sistemas obligatorios de responsabilidad ampliada del productor, en los que los importadores y proveedores de refrigerantes y equipos de refrigeración puedan contribuir a la adecuada recuperación y gestión al final de la vida útil de los refrigerantes.

85. Bahrein destacó un factor clave para lograr un flujo constante de cantidades suficientes de refrigerante recuperado adecuado hacia el centro de regeneración. Esta perspectiva fue respaldada plenamente por los organismos de ejecución basándose en su experiencia sobre el terreno. Los organismos de ejecución destacaron que estas barreras operativas y técnicas constituyen retos sistémicos que obstaculizan de forma constante los resultados de los proyectos de RRR en diversas carteras nacionales. Las conclusiones integradas parecen indicar que la viabilidad económica de la regeneración depende de los volúmenes de recogida, la calidad de los refrigerantes, la demanda del mercado y la participación efectiva de las empresas de mantenimiento y los principales usuarios finales.

86. La ONUDI confirmó que la contaminación cruzada de los refrigerantes constituye una barrera sistémica persistente, debido a la recuperación de pequeñas cantidades de refrigerantes procedentes de diversas fuentes y su vertido en bombonas de recuperación comunes. Dichas mezclas de refrigerantes de distintos tipos químicos resultan inadecuadas para los procesos estándar de regeneración, por lo que la destrucción a alta temperatura es la única solución técnicamente viable. La falta de instalaciones locales de destrucción respetuosas con el medio ambiente en la mayoría de los países de bajo consumo y las complejidades derivadas del transporte de refrigerantes de desecho para su destrucción en otros países dan lugar al almacenamiento a largo plazo de refrigerantes o a su liberación ilegal a la atmósfera.

Cuestiones tecnológicas y factores de escalabilidad

87. Varios países de bajo consumo[29] señalaron la disponibilidad limitada de equipos y herramientas esenciales, así como la distribución desigual de los equipos de recuperación y reciclaje, lo que limita la capacidad de los técnicos de servicio en RAC y de los talleres para recuperar refrigerantes durante el mantenimiento de los equipos y su eliminación al final de su vida útil. Además, la falta de instalaciones nacionales de regeneración supone una limitación importante en Albania y Macedonia del Norte. Esto obliga a los técnicos en RAC a reutilizar refrigerantes no purificados y contaminados o a almacenarlos a largo plazo, lo que impide así cualquier reutilización circular.

88. Además, Granada destacó las dificultades específicas propias de los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID), concretamente en lo que respecta al mantenimiento y servicio de los equipos de RRR. Estas dificultades se deben a la falta de asistencia técnica en el propio país por parte de los proveedores de equipos, así como a un acceso limitado a repuestos y servicios de calibración, debido a la gran dependencia de las adquisiciones internacionales de componentes especializados y conocimientos técnicos.

89. Los países de mayor consumo destacaron los retos relacionados con el tamaño y la capacidad de los equipos de recuperación y regeneración. México informó de dificultades con los equipos de recuperación convencionales, que pueden resultar ineficaces para el mantenimiento de sistemas con grandes cargas de refrigerante propiedad de grandes usuarios finales. Malasia hoy depende principalmente de mini unidades de regeneración a pequeña escala y de un número limitado de sistemas de regeneración de mayor tamaño, lo que restringe el volumen y la variedad de refrigerantes que pueden procesarse. Bahrein hizo hincapié en la importancia del mantenimiento y la idoneidad de los equipos, así como de la capacidad

[29] Albania, Camboya, Costa Rica y Granada.

técnica, a medida que evoluciona el mercado de los refrigerantes. La India destacó la falta de redes eficientes de cadena de suministro inversa[30] para transportar pequeñas cantidades recuperadas desde zonas rurales o semiurbanas hasta plantas de regeneración centralizadas.

90. Además, Egipto y Macedonia del Norte señalaron la falta de instalaciones nacionales de destrucción, lo que provoca una dependencia total de las costosas exportaciones transfronterizas. Por el contrario, Costa Rica informó de la puesta en marcha de un sistema estructurado dedicado a la recogida, el almacenamiento, el ensayo y la destrucción de refrigerantes no reutilizables, que finalmente se envían para su destrucción térmica en hornos de cemento[31]. El sistema, desarrollado a lo largo de varios años mediante la cooperación entre el Ministerio de Medio Ambiente y Energía, el PNUD y Holcim, el principal productor de cemento del país, aborda la etapa final de la gestión de los refrigerantes para la eliminación segura de los gases recuperados que están contaminados, mezclados o que, por cualquier otro motivo, no son aptos para su reutilización o no son económicamente recuperables.

91. Los comentarios de los países señalan que la escalabilidad de las actividades de la RRR depende de una combinación de capacidad técnica, infraestructura propicia, apoyo normativo e incentivos económicos. La escalabilidad se ve favorecida por la existencia de requisitos normativos e incentivos que fomenten la recuperación de refrigerantes, así como de mecanismos para vigilar los flujos de refrigerantes y coordinar a las partes interesadas a lo largo de toda la cadena de mantenimiento y gestión al final de la vida útil.

92. Serbia constituye un claro ejemplo de cómo los obstáculos sistémicos y técnicos mantienen baja la actividad de recuperación, reciclaje y regeneración. Dado que la cadena de suministro local no puede reintegrar los refrigerantes regenerados debido a los desequilibrios económicos con los gases vírgenes, más baratos, a la fragmentación de la supervisión institucional y a la falta de obligación de informar por parte de los técnicos de servicio, las empresas nacionales se muestran reacias a participar. Aunque varias empresas señalan que pueden permitirse la compra de equipos y herramientas de RRR, retrasan cualquier inversión hasta que se establezca un marco normativo funcional y las infraestructuras de apoyo necesarias.

93. Los organismos de ejecución destacaron las opciones para la descentralización y la optimización de la logística de regeneración. Para superar los obstáculos del procesamiento centralizado, los organismos de ejecución apoyaron la sustitución de las máquinas de regeneración fijas por unidades móviles de regeneración que prestan servicios *in situ* directamente en las instalaciones de los usuarios finales. La experiencia sobre el terreno demuestra que este cambio disminuyó eficazmente los elevados costos logísticos del transporte de refrigerantes usados, minimizó el riesgo de contaminación cruzada y de mezcla de gases durante el tránsito y mejoró en gran medida tanto los tiempos de respuesta del servicio como la pureza química del producto regenerado final.

94. La experiencia de la ONUDI demuestra que las iniciativas piloto localizadas son considerablemente más eficaces que las implementaciones directas a nivel nacional cuando las intervenciones iniciales del proyecto se dirigen a usuarios finales de gran volumen o a sectores industriales específicos[32] en los que se pueden identificar fácilmente cantidades importantes y previsibles de refrigerante. Este enfoque por fases permite a las ONO y a los organismos de ejecución poner a prueba y perfeccionar los sistemas logísticos de recogida, los mecanismos de reparto de costos y los modelos de gestión en un entorno controlado. Al resolver los retos operativos a menor escala, los países pueden reducir el riesgo de las inversiones posteriores, fomentar la confianza del mercado en los productos regenerados y establecer un modelo contrastado antes de ampliarlo a un marco nacional integral.

[30] Proceso logístico de reintegrar refrigerantes recuperados con fines de reciclado, regeneración o destrucción (Informe del GETE, 2024).

[31] UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/36.

[32] Como, por ejemplo, las redes de refrigeración comercial, los sistemas de aire acondicionado a gran escala en supermercados o el sector del mantenimiento de vehículos.

Factores de mercado y programas de incentivos

95. Varios países destacaron que, sin requisitos normativos e incentivos económicos adecuados, resulta difícil establecer y ampliar los sistemas de RRR de forma sostenible. Los países coincidieron en que los bajos precios de mercado de los refrigerantes vírgenes reducen el atractivo económico de las actividades de RRR. En consecuencia, las empresas de mantenimiento y los usuarios finales tienen incentivos económicos limitados o nulos para la recuperación y reutilización de refrigerantes. Esto debilita especialmente la demanda de refrigerantes regenerados, ya que las partes interesadas tienen poco interés en invertir en infraestructuras de recogida, ensayo, almacenamiento y regeneración. Por lo tanto, los precios de mercado perjudican gravemente la sostenibilidad económica y la eficacia de los sistemas de RRR en todos los países incluidos en el estudio.

96. Aunque varios países ya han introducido o, al menos, puesto en marcha medidas normativas, como la concesión de licencias y la certificación de técnicos, la prohibición de la liberación de refrigerantes y la obligación de presentar informes, no han abordado los factores de mercado. Sin embargo, Colombia ha introducido un sistema de incentivos económicos: al optimizar su modelo operativo, ha conseguido que el costo de los gases refrigerantes regenerados sea aproximadamente un 50 % más barato que el de la compra de refrigerantes vírgenes, lo que supone un fuerte incentivo financiero para el mercado.

97. La ONUDI destacó la gran influencia de los factores de mercado en la viabilidad de las iniciativas de RRR. En países con precios elevados de los refrigerantes vírgenes, límites estrictos a las importaciones o controles de divisas, los refrigerantes regenerados alcanzan un alto valor de mercado. Esta realidad económica crea incentivos naturales y autosustentables para que los técnicos y los usuarios finales den prioridad a la recuperación y la regeneración. Por el contrario, en mercados abiertos donde los refrigerantes vírgenes son baratos y abundantes, resulta muy difícil establecer un sistema competitivo para las alternativas regeneradas, ya que desaparece el incentivo económico para los agentes del mercado.

98. Varios países propusieron instrumentos económicos destinados a mejorar el atractivo financiero del sistema de RRR para los actores clave de la cadena de suministro de refrigerantes. Entre ellos se incluían programas de canje ("lo viejo por uno nuevo") o descuentos por la entrega de equipos antiguos, así como créditos por la eliminación de residuos para los propietarios de equipos, y acuerdos de recogida como parte de la responsabilidad ampliada del productor de los fabricantes y distribuidores de equipos de refrigeración y aire acondicionado. La devolución de equipos a través de canales autorizados evita la eliminación informal y asegura que los refrigerantes presentes en los equipos entren en la cadena formal de recuperación.

99. Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de su sistema de RRR, Túnez está elaborando nuevas normativas centradas en la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes y los equipos conexos. Un componente clave de esta estrategia es la introducción de un marco de responsabilidad ampliada del productor (RAP) para los importadores de refrigerantes y equipos. Se ha finalizado el borrador de la normativa y se ha remitido al Ministerio de Medio Ambiente para su revisión formal y su posible adopción.

100. Camboya, Granada, Egipto y Malasia propusieron diversos incentivos financieros, como exenciones arancelarias para los equipos de recuperación, concesiones en los derechos de importación, subvenciones para las pruebas de regeneración y programas de recompra y de depósito-reembolso, con el fin de que la recuperación, el reciclaje y la regeneración resultara económicamente atractiva para los centros de servicio locales. Otro incentivo propuesto fue la introducción de pagos o créditos a los técnicos de mantenimiento por la recuperación y reintegración verificadas del refrigerante, posiblemente vinculados a la certificación de los técnicos, con el fin de hacer que la recuperación de refrigerante sea atractiva desde el punto de vista económico en comparación con la liberación a la atmósfera o la eliminación, y animar a los técnicos a participar activamente en los sistemas formales de RRR.

101. Macedonia del Norte está institucionalizando un modelo de financiación de la responsabilidad ampliada del productor para financiar la infraestructura de recogida, transporte y eliminación de equipos.

Este sistema establece una tasa sobre los productos gestionada directamente por organizaciones de responsabilidad del productor. Para mejorar la sostenibilidad de la creación de capacidad, el país integra la capacitación de los técnicos de servicio en los planes de estudios permanentes de las escuelas de formación profesional.

102. Según la experiencia del PNUD, los países que aplican cuotas de importación estrictas o impuestos ambientales a los refrigerantes vírgenes restringen deliberadamente el suministro de nuevos refrigerantes, lo que amplía la diferencia de precio entre los refrigerantes vírgenes y las alternativas regeneradas. Al establecer estas barreras fiscales, la normativa garantiza una demanda de mercado previsible de productos regenerados de menor costo. Las empresas de mantenimiento, los técnicos y los usuarios finales se ven, en la práctica, obligados por la economía de mercado a adoptar prácticas circulares, lo que transforma la regeneración de una iniciativa medioambiental subvencionada en un modelo de gestión autosustentable y comercialmente viable.

Redes de recuperación y reciclaje (reutilización) y centros de regeneración

103. La información facilitada por los países muestra un consenso unánime en que la sustitución de las importaciones de productos vírgenes, gracias a las redes de recuperación y reciclaje establecidas, ayuda a los países a mantenerse dentro de los límites de consumo fijados por el Protocolo de Montreal y a evitar emisiones de refrigerantes no controladas. Granada, Malasia, México, Macedonia del Norte y Túnez destacaron la importancia de la recuperación, reutilización y regeneración del HCFC-22 en relación con la "reserva para servicio técnico" de este refrigerante más allá del 1 de enero de 2030, fecha a partir de la cual ya no se permitirá su importación, pero en la que la sustancia seguirá siendo necesaria para satisfacer las necesidades de mantenimiento continuado del parque existente de equipos heredados que utilizan HCFC-22. Túnez y la India añadieron que satisfacer la demanda actual de mantenimiento del parque existente de sistemas de refrigeración y aire acondicionado con gases regenerados o reciclados prolongará la vida útil de los equipos heredados existentes y, por lo tanto, evitará pérdidas económicas hasta que el parque de equipos heredados se haya eliminado por completo.

104. Para mejorar el rendimiento de las redes de recuperación y reciclaje y de los centros de regeneración, varios países destacaron la importancia de contar con una infraestructura adecuada de recogida, consolidación, transporte, almacenamiento seguro y seguimiento de los refrigerantes recuperados, con el fin de garantizar la eficiencia general y la trazabilidad. Señalaron que la falta de puntos de recogida específicos, la escasez de bombonas de recuperación adecuadas y la ausencia de instalaciones de almacenamiento centralizadas y de sistemas de seguimiento digital pueden dar lugar a prácticas de gestión fragmentadas, a pérdidas de refrigerantes debido al almacenamiento prolongado y a incertidumbres respecto a las cantidades, el origen, la composición y el destino final de las sustancias recuperadas. En conjunto, las dificultades tecnológicas y las carencias en materia de infraestructura limitan el desarrollo de sistemas de RRR integrados y económicamente viables.

105. Bahrein informó de que las empresas que suministran determinados refrigerantes a su Centro Nacional de Recuperación de Refrigerantes, gestionado por una empresa del sector privado, pueden volver a adquirir el refrigerante regenerado a un precio considerablemente inferior al del refrigerante virgen disponible en el mercado local, lo que fomenta así la recuperación de refrigerantes al tiempo que respalda la sostenibilidad financiera del programa de RRR.

106. De acuerdo con la experiencia sobre el terreno de la ONUDI, los modestos presupuestos de los proyectos del Fondo Multilateral y las limitadas infraestructuras nacionales restringen a muchos países de bajo consumo a realizar únicamente operaciones básicas de recuperación y reciclaje de refrigerantes. Rara vez es viable avanzar hacia la regeneración, porque estos países carecen de los laboratorios certificados y los sistemas de control de calidad necesarios para verificar la pureza de los refrigerantes. Sin este respaldo técnico, la creación de un sistema de regeneración sostenible en los países de bajo consumo sigue siendo un reto importante.

Aplicación efectiva de los programas de regeneración

107. El estudio revela una importante variación en las respuestas de los países encuestados en función de su situación en materia de consumo de SAO. Esta diversidad se debe sobre todo a los diferentes niveles de experiencia práctica de los países con los programas de regeneración. Todos los países de mayor consumo comprendidos en el estudio ya han establecido y puesto en funcionamiento centros de regeneración, por lo que han acumulado experiencia en la aplicación de programas de regeneración de refrigerantes.

108. Egipto ha señalado la falta de incentivos económicos como el único factor importante, mientras que Túnez ha destacado la falta de disposiciones normativas para el sistema de RRR y los retrasos en la certificación de los técnicos. Colombia ha destacado una combinación de factores económicos, de mercado y de capacidad técnica[33].

109. México reconoció como principales problemas la cantidad y la calidad de los refrigerantes recuperados (volúmenes de recuperación bajos e irregulares, contaminación y mezcla de refrigerantes), los problemas logísticos (elevados costos de transporte debido a las largas distancias hasta los puntos de recogida, falta de conectividad entre los agentes a lo largo de la cadena de suministro de refrigerantes recuperados, falta de equipamiento de laboratorio analítico) y los factores económicos (mercado formal limitado debido a la baja demanda de refrigerantes regenerados y a la falta de un modelo de gestión suficientemente sólido).

110. Del mismo modo, Malasia señaló varias dificultades, entre ellas el número limitado y la ubicación geográfica de los puntos de recogida, las preocupaciones sobre la calidad y la aceptación de los refrigerantes regenerados, y la ausencia de un sistema integrado de recogida, seguimiento y devolución que limita el desarrollo de una red de regeneración eficaz.

111. Los países de bajo consumo de la muestra no cuentan actualmente con programas de regeneración plenamente operativos. Por lo tanto, las respuestas de los países de bajo consumo se centran más en los factores relacionados con la creación que con el funcionamiento de los programas de regeneración. Los países destacaron varios factores que afectan al establecimiento de centros y programas de regeneración, entre ellos la escasez de recursos financieros para adquirir equipos de regeneración y bombonas, las cantidades limitadas de refrigerantes disponibles para la regeneración, lo que dificulta la consecución de economías de escala, y las carencias en materia de conocimientos técnicos para el funcionamiento eficaz de los equipos de regeneración.

112. Fiji destacó la importancia de los vínculos con las instalaciones regionales de regeneración para los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID). Según se ha informado, los conocimientos técnicos y el apoyo prestados a Fiji por Refrigerant Reclaim Australia[34] en materia de recuperación y regeneración de refrigerantes, así como en la promoción de las mejores prácticas en la gestión de los refrigerantes, han contribuido a mejorar la comprensión de la regeneración de refrigerantes y su papel en la gestión sostenible de los mismos. El establecimiento de dicha infraestructura de recuperación y exportación puede servir de modelo para que otros PEID de la región del Pacífico lo reproduzcan.

113. Las constataciones anteriores coinciden con las conclusiones presentadas anteriormente por el Comité de Opciones Técnicas sobre refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor [35], según las cuales la mera existencia de equipos de recuperación y de técnicos calificados no se traduce automáticamente en

[33] El costo de la maquinaria y las herramientas, así como el de los equipos de análisis de gases refrigerantes; la escasa confianza en los refrigerantes regenerados disponibles en el mercado, y la falta de buenas prácticas en el sector de servicios.

[34] Una organización sin fines de lucro dedicada a la protección del medio ambiente mediante la recuperación y la gestión responsable de las SAO y los gases de efecto invernadero sintéticos.

[35] Informe del Comité de Opciones Técnicas sobre refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor, Evaluación de 2010.

un suministro fiable de materia prima para los centros de regeneración. Resulta especialmente importante la relación de precios entre el refrigerante recuperado, el regenerado y el virgen. Si el refrigerante virgen es relativamente barato o fácil de conseguir, los técnicos de mantenimiento tienen pocos incentivos económicos para recuperar el refrigerante, transportarlo a un centro de regeneración y pagar las tasas de regeneración. Por el contrario, si el refrigerante regenerado tiene un precio competitivo y se reconoce como un sustituto fiable del producto virgen, el centro de regeneración puede crear un incentivo de mercado para que los técnicos y distribuidores le entreguen el gas recuperado.

114. La experiencia anterior demuestra que la logística de la cadena de suministro inversa debe considerarse parte integrante del desarrollo del sistema de RRR. El informe del GETE de 2024 destacó la necesidad de mejorar el transporte entre los puntos de recogida de refrigerantes recuperados y los centros de reciclaje, así como de desarrollar un modelo económico que incluya incentivos para un funcionamiento sostenible. Esto concuerda con el enfoque más amplio de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes, que requiere no solo equipos de recuperación, sino también sistemas operativos para la recogida, el almacenamiento, el transporte, la regeneración y la redistribución.

115. La ONUDI ha documentado otra experiencia institucional sobre esta cuestión. Su publicación sobre la gestión de los refrigerantes en el sector del mantenimiento[36] afirma que los centros de regeneración existentes en los países en desarrollo suelen estar infrautilizados debido a la falta de modalidades empresariales predefinidas. Establece un vínculo explícito entre el desarrollo de modelos de gestión sostenibles y la motivación de los técnicos para recuperar refrigerantes y mantener el ciclo de reutilización. La publicación también describe modelos centralizados, descentralizados y semicentralizados para organizar la reutilización de refrigerantes, considerándose la regeneración centralizada como la opción preferida cuando sea factible. La ONUDI también subrayó que una regeneración satisfactoria requiere una legislación adecuada, sensibilización y participación del sector privado, ya que, en última instancia, el centro de regeneración debe funcionar como un servicio viable y no simplemente como una instalación financiada por un proyecto.

116. Posteriormente, la ONUDI ha avanzado hacia enfoques más explícitos basados en redes y modelos de gestión. Por ejemplo, en Egipto, la ONUDI prestó apoyo a un centro piloto de regeneración gestionado por un proveedor local de refrigerantes y su red de clientes[37]. El proyecto tenía como objetivo específico demostrar los aspectos logísticos, empresariales y técnicos del funcionamiento del centro. Es importante destacar que la ONUDI también está creando equipos de redes de recuperación y reciclaje equipados para recuperar y recoger refrigerantes controlados para su entrega al centro de regeneración.

117. Los proyectos apoyados por el PNUD demuestran igualmente el valor de vincular la infraestructura de regeneración con empresas de servicios certificadas, redes de técnicos y una logística de recogida específica, incluida la capacidad de recuperación móvil o el establecimiento de una red de centros de regeneración distribuidos entre varias instituciones. Este enfoque combina la capacidad institucional y de capacitación con la infraestructura del sector de servicios y, en los casos en que la geografía, los costos de transporte o el tamaño del mercado dificultan la viabilidad de una única instalación central de regeneración, recurre a una red distribuida de instalaciones más pequeñas de recogida, recuperación y regeneración.

118. Los datos recopilados de los países revelaron que la falta de pruebas de laboratorio y de herramientas de identificación, los elevados costos de recogida, transporte y regeneración, el flujo irregular de material procedente de las distintas actividades de mantenimiento y la demanda limitada de refrigerantes regenerados dificultan en gran medida las iniciativas de regeneración en todos los países de mayor consumo de la muestra. En particular, estos países destacaron el suministro insuficiente de analizadores portátiles y la falta de instrumentos analíticos de laboratorio. Sin estas herramientas, no pueden medir con precisión la pureza o la contaminación de los refrigerantes. Esta limitación afecta directamente a la regeneración de

[36] Fixing Fridges Helps Save The Planet, Department of Environment, UNIDO (2023).
[37] UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/47.

mezclas de refrigerantes, en las que la identificación exacta es fundamental para garantizar un procesamiento seguro y cumplir las normas de calidad oficiales para su reutilización.

119. La ONUDI destacó la importancia de las bombonas recargables para pasar de la recuperación básica a la regeneración. Sin embargo, su experiencia sobre el terreno parece indicar que, aunque los países suelen mostrar un gran interés en introducir bombonas recargables, su implantación puede encontrar resistencia por parte de los técnicos del sector informal, que lo consideran una ventaja para los grandes distribuidores que disponen del capital necesario para adquirir y gestionar la infraestructura de las bombonas recargables.

Distribución geográfica

120. El estudio teórico reveló que las capacidades iniciales para la recuperación, el reciclaje y la regeneración varían sustancialmente entre la muestra seleccionada de países, lo que refleja niveles dispares de madurez del sector de servicios, redes existentes de recuperación y reciclaje e infraestructura de regeneración, marcos normativos y capacidades de aplicación de la normativa, además del valor comercial de los refrigerantes recuperados. Los países caracterizados por mercados de mantenimiento de equipos de RAC amplios y relativamente maduros generan volúmenes de refrigerantes suficientes para justificar comercialmente los servicios de regeneración; por el contrario, los países más pequeños o geográficamente dispersos tienen dificultades para alcanzar las economías de escala necesarias para el funcionamiento viable de las instalaciones de regeneración.

Eficacia y sostenibilidad de los logros

121. Nueve países[38] calificaron la asistencia del Fondo Multilateral y sus organismos de ejecución como "muy eficaz", "importante" o "crucial", mientras que otros cinco países [39] la calificaron como "moderadamente eficaz", "aceptable" o "suficiente".

122. Entre las intervenciones exitosas realizadas en el marco de la asistencia del Fondo Multilateral, los países de bajo consumo mencionaron el suministro de equipos de recuperación y reciclaje, la capacitación de técnicos de servicio y la sensibilización de las partes interesadas que forman parte de la cadena de valor. Macedonia del Norte también destacó el apoyo prestado para el establecimiento de un sistema nacional de certificación. Estos países consideran que el refuerzo de las infraestructuras nacionales de recuperación y reciclaje y de las capacidades técnicas constituye un hito importante en la transición hacia el establecimiento de sistemas nacionales de regeneración de refrigerantes. Fiji y Granada señalaron ámbitos en los que se necesita más asistencia, como la ampliación de la cobertura de los equipos de recuperación, la mejora de los sistemas de seguimiento y notificación de refrigerantes y el refuerzo de las infraestructuras de recogida y almacenamiento de refrigerantes.

123. Pocos países de mayor consumo expresaron algunas reservas respecto a la eficacia del apoyo del Fondo Multilateral para la creación de centros de regeneración de refrigerantes y pusieron de relieve importantes deficiencias sistémicas. Colombia hizo hincapié en la necesidad de reforzar los marcos de regeneración de refrigerantes, en particular en lo que respecta a los HFC, y, junto con Egipto, destacó la falta de apoyo a las infraestructuras destinadas a la destrucción de SAO de desecho. Aunque México elogió la asistencia prestada para la destrucción de ciertas cantidades de SAO de desecho mediante un proyecto de demostración de tecnologías de plasma y hornos de cemento, subrayó la falta de apoyo de seguimiento a las inversiones iniciales en centros de recuperación, y señaló que los flujos irregulares de materiales y la ausencia de modelos económicos sostenibles eran los principales riesgos para lograr operaciones comercialmente viables.

124. Bahrein señaló, a modo de resumen, que las actividades continuadas de sensibilización, la

[38] Albania, Bahrein, Camboya, Egipto, Fiji, Malasia, Macedonia del Norte, Serbia y Túnez.
[39] Colombia, Costa Rica, Granada, México y la India.

participación de las partes interesadas, la capacitación de técnicos, las inspecciones y la integración de los requisitos de la RRR en los sistemas nacionales de concesión de licencias y seguimiento respaldan la sostenibilidad y el funcionamiento continuo del programa.

125. México señaló que las inversiones iniciales a través de proyectos piloto por sí solas no son suficientes para lograr la sostenibilidad de las operaciones una vez finalizada la financiación del proyecto. En la actualidad, solo siete de los 14 centros históricos establecidos han estado operativos, pero se enfrentan a problemas persistentes en lo que respecta a los flujos de materiales, los costos, la cobertura geográfica, los modelos de gestión y el seguimiento. Por lo tanto, el país pone de relieve que la transición de los programas subvencionados hacia operaciones comercialmente sostenibles requiere reforzar el seguimiento posterior a la inversión, elaborar modelos económicos a largo plazo e introducir mecanismos de certificación o sellos de calidad para los refrigerantes reciclados y regenerados.

126. La ONUDI destacó que los centros de RRR autónomos rara vez son sostenibles como modelos de gestión independientes con fines de lucro, ya que los costos operativos superan los ingresos generados únicamente por la venta de refrigerantes regenerados. Según la experiencia de los países, las iniciativas de RRR alcanzan la sostenibilidad financiera a largo plazo casi exclusivamente cuando se integran como una línea de servicio secundaria dentro de una entidad preexistente cuya actividad principal no se basa en la regeneración. Este modelo permite a la entidad matriz absorber los gastos generales de funcionamiento, al tiempo que aprovecha su base de clientes y sus redes logísticas existentes para garantizar un suministro constante de refrigerantes.

Dimensión de género

127. La integración de la perspectiva de género en los proyectos de RRR financiados por el Fondo Multilateral debe considerarse en relación con la política operacional sobre la incorporación de la perspectiva de género en los proyectos financiados por el Fondo Multilateral. Aprobada inicialmente por el Comité Ejecutivo en su 84ª reunión, celebrada en 2019[40], y reforzada posteriormente en 2023[41], la política exige la integración de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres a lo largo de todo el ciclo de vida de los proyectos financiados por el Fondo Multilateral, comenzando por los proyectos presentados a partir de la 85ª reunión del Comité Ejecutivo. Además, los organismos de ejecución cuentan con sus propias políticas sobre la incorporación de la perspectiva de género.

128. Posteriormente, en la decisión 90/48 del Comité Ejecutivo se pidió a los organismos bilaterales y de ejecución que informaran sobre los resultados clave de la incorporación de la perspectiva de género como parte de sus informes anuales sobre la marcha de las actividades, a partir de 2023. Asimismo, instó a que las propuestas de proyectos incluyeran productos, resultados e indicadores de rendimiento específicos relacionados con el género. Los hechos anteriores implican que la perspectiva de género no se había incluido en el diseño de los PGEH aprobados antes de la decisión 84/92 d) y que se introdujo de forma limitada en varios países en los tramos de los PGEH aprobados tras dicha decisión. Las propuestas de proyectos de la etapa II de los PGEH presentadas a partir de 2020 contienen un breve párrafo sobre la aplicación de la política de género. La etapa III de los PGEH y los PAK están comenzando a incorporar objetivos más concretos de integración de la perspectiva de género y de capacitación para las mujeres.

129. México informó sobre la elaboración de un plan de acción en materia de género que se aplica a todos los proyectos financiados por el Fondo Multilateral , incluidos los tramos finales de la etapa II y la totalidad de la etapa III del PGEH y el PAK. La etapa III de su PGEH incluye un programa de género bastante completo con diversas actividades, entre las que se incluyen la incorporación de sesiones sobre género en todos los cursos de capacitación sobre cuestiones relacionadas con el ozono, videos instructivos actualizados y videos con mujeres técnicas, una campaña de difusión sobre cuestiones de género en

[40] Decisión 84/92 d).
[41] Decisión 92/40.

empresas del sector de RAC, la facilitación de una red de colaboración de mujeres en el sector, centrada en la organización de jornadas de capacitación, programas de tutoría, creación de redes y certificación basada en competencias, así como la sistematización de las lecciones aprendidas sobre la perspectiva de género.

130. La aplicación concreta de la política de género varía de un país a otro. Si bien la mayoría de los países informan únicamente de la promoción de la participación de las mujeres en actividades de creación de capacidad y sensibilización, pocos países van más allá. Camboya informó de que los talleres de mantenimiento dirigidos por mujeres y las pasantes mujeres tuvieron acceso en igualdad de condiciones a los equipos y juegos de herramientas de recuperación financiados por el Fondo Multilateral, y que las mujeres participaron activamente en funciones de toma de decisiones, seguimiento y coordinación en la Oficina Nacional del Ozono y los organismos medioambientales conexos. Granada informó de la participación de las mujeres en el funcionamiento y mantenimiento de la instalación de RRR recientemente establecida.

131. Macedonia del Norte informó de que, además de la participación básica en la capacitación técnica, el país tenía en cuenta la incorporación de la perspectiva de género en la selección de consultores y de los equipos de ejecución y seguimiento de los proyectos, e incorporaba la dimensión de género mediante el liderazgo femenino y la representación activa en los órganos institucionales clave, incluida la ONO y la división pertinente del Ministerio encargada del desarrollo de marcos normativos nacionales más amplios en materia de política medioambiental.

Retos, buenas prácticas y lecciones aprendidas

Recuperación

132. Varios países de bajo consumo[42] destacaron que la principal lección aprendida es que contar con técnicos calificados y equipos accesibles es esencial para aumentar la recuperación de refrigerantes durante el mantenimiento y al final de la vida útil. Sin embargo, los países añadieron que proporcionar herramientas de recuperación y capacitación no es suficiente por sí solo si no se complementa con apoyo técnico y acceso a repuestos y servicios de mantenimiento de equipos, normas estrictamente aplicadas contra la liberación de gases y, en su caso, incentivos económicos para los técnicos.

133. La experiencia de Macedonia del Norte demuestra que la obligación de que los técnicos cuenten con una licencia resulta muy eficaz cuando se vincula directamente a la propiedad de los equipos y a la presentación de informes anuales verificados. Este enfoque combinado constituye el principal motor para la recuperación de sustancias controladas tanto durante el mantenimiento como durante el desmantelamiento.

134. Entre los países de mayor consumo, México destacó la buena práctica de vincular la recuperación de refrigerantes con los programas de sustitución y retirada de equipos, junto con la capacitación de los técnicos y el suministro de equipos y bombonas adecuados. No obstante, añadió que esto debe complementarse con una vía accesible y económicamente viable para la entrega del refrigerante recuperado, especialmente en el caso de los grandes usuarios finales.

135. La lección clave para Malasia es que la recuperación de refrigerantes se convierte en una parte rutinaria del mantenimiento y el desmantelamiento de equipos, respaldada por procedimientos claros, equipos adecuados y una mayor responsabilidad entre los técnicos para evitar las fugas a la atmósfera.

136. La ONUDI presentó una buena práctica para maximizar la eficiencia de la recogida mediante un cambio en la responsabilidad de los principales actores en la recogida de refrigerantes. Los datos de iniciativas exitosas en la región de América Latina y el Caribe demuestran que trasladar la carga logística de la recogida de los técnicos de campo, que trabajan de forma fragmentada, a los usuarios finales

[42] Albania, Camboya, Fiji y Granada.

institucionales a gran escala estabiliza el flujo de suministro de materia prima. La ubicación conjunta de los centros de regeneración junto a los núcleos industriales de alta prioridad garantizó un suministro directo, de gran volumen y fiable de refrigerantes recuperados.

Reciclaje

137. La experiencia en los países de bajo consumo ha demostrado que la recuperación de refrigerantes *in situ* reduce las emisiones de refrigerante y que este enfoque de economía circular disminuye la demanda de refrigerantes vírgenes. Sin embargo, requiere una capacitación continua de los técnicos para evitar la contaminación cruzada entre diferentes tipos de refrigerantes. Funciona mejor en sistemas con un solo refrigerante, mientras que el reciclaje *in situ* de mezclas de refrigerantes no es una práctica habitual porque requiere de técnicas avanzadas de control de calidad de los refrigerantes para que las mezclas recicladas cumplan las normas pertinentes para su reutilización. No obstante, Camboya destacó el hecho de que, cuando los aparatos de aire acondicionado de pared se instalan a gran altura, resulta difícil y peligroso para los técnicos transportar máquinas de recuperación pesadas para llevar a cabo la recuperación de refrigerante *in situ*.

138. Según observaciones de Macedonia del Norte, la capacitación práctica sobre refrigerantes ligeramente inflamables A2L, como el HFC-32 u otras alternativas naturales inflamables, es fundamental. Dicha capacitación asegura que las capacidades de mantenimiento sobre el terreno sigan estando en consonancia con la transición en curso del mercado para dejar de utilizar los HCFC heredados.

139. México añadió que una red de reciclaje necesita un flujo suficiente y previsible de refrigerante para que los servicios de reciclaje sean económicamente accesibles para todos los niveles de la cadena de valor del refrigerante.

Regeneración

140. Todos los países de la muestra coincidieron en que la regeneración requiere un nivel adicional de capacidad técnica, que incluye la caracterización del refrigerante, su análisis, la separación, el equipo de procesamiento adecuado y la certificación de que el producto resultante cumple con las especificaciones de calidad aplicables. Conforme a la experiencia de países de mayor consumo, una instalación de regeneración solo puede ser sostenible si recibe volúmenes suficientes, cuenta con un mercado para el refrigerante regenerado y tiene capacidad para procesar diferentes sustancias y mezclas. Malasia consideró que las actividades de RRR deberían pasar gradualmente de ser actividades respaldadas por proyectos a convertirse en sistemas más viables respaldados por la industria.

141. La ONUDI puso de relieve casos de éxito en los que los centros de RRR operan en el marco de una universidad. Este modelo combina con éxito las actividades de regeneración con programas académicos formales, lo que ofrece valiosas oportunidades de aprendizaje práctico tanto para los estudiantes de ingeniería como para los técnicos de mantenimiento de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, al tiempo que fomenta la colaboración con la industria. El alto nivel de confianza del público y de las empresas, intrínsecamente asociado a las instituciones académicas, combinado con acuerdos universitarios formalizados, ha proporcionado un marco operativo estable, transparente y creíble para la regeneración de refrigerantes.

142. En general, la principal lección de México es que la infraestructura física por sí sola no garantiza un sistema eficaz de RRR. La recuperación de refrigerantes sobre el terreno debe estar conectada con la consolidación, el análisis, el reciclaje o regeneración y la eliminación final mediante normas claras, trazabilidad, incentivos económicos, la participación de grandes usuarios finales y un modelo de gestión sostenible. Colombia añadió que los centros de regeneración y recuperación de refrigerantes rara vez son rentables por sí solos y, a menudo, no logran cubrir sus gastos de funcionamiento. Por consiguiente, lo más

adecuado es integrar tales instalaciones en instituciones educativas o empresas que ofrezcan servicios más amplios y que generan ingresos.

143. Bahrein se citó como un buen ejemplo en materia de RRR, al combinar los requisitos normativos con la certificación y capacitación de técnicos, la disponibilidad de equipos de recuperación y bombonas recargables, la separación de refrigerantes, las inspecciones y la creación de una instalación nacional de regeneración gestionada con la participación del sector privado. La experiencia también pone de manifiesto la importancia de vincular la recuperación y la regeneración con incentivos económicos prácticos. La experiencia muestra, además, que los sistemas de RRR deben seguir siendo prácticos y adaptables a las condiciones del mercado nacional, y deben evolucionar progresivamente a medida que cambian las tecnologías de refrigerantes y las necesidades del sector de mantenimiento. La India propuso considerar la RRR como un servicio ambiental que requiere protección normativa inicial para garantizar su sostenibilidad[43].

144. Macedonia del Norte considera que un enfoque centralizado permite aumentar la eficacia al establecer las economías de escala necesarias. Esta estrategia se basa en la creación de una única instalación en Skopje equipada para gestionar toda la mezcla de gases del país, incluidos el HCFC-22, el HFC-134a, el R-404A, el R-410A y el HFC-32. Además, ofrece una justificación convincente para vincular la gestión convencional de refrigerantes a granel directamente con la infraestructura mecánica de extracción de espumas. Este enfoque tiene en cuenta el hecho de que las espumas aislantes contienen más del 80 % del potencial nacional de agotamiento del ozono, lo que representa, por tanto, una categoría de riesgo que la tecnología estándar de recuperación de gases no está preparada para extraer de los aparatos retirados del mercado.

145. Por el contrario, Malasia destacó su experiencia con máquinas a pequeña escala como primer paso hacia la regeneración de refrigerantes. La conclusión general extraída por Malasia y Túnez es que la recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes debería integrarse en un sistema nacional de gestión del ciclo de vida de los refrigerantes que abarque el mantenimiento, la recuperación, la recogida, el transporte, los ensayos, el reciclaje, la regeneración, la reutilización y la gestión al final de la vida útil.

III. Conclusiones

Sobre la idoneidad de la planificación, el diseño y el nivel de financiación del proyecto

146. La evaluación del nivel de financiación parece ser una cuestión de criterio personal debido a la falta de opciones para una evaluación más objetiva. En la actualidad, no existen criterios indicativos para evaluar la adecuación de la financiación destinada a los componentes de RRR que establezcan un vínculo entre, por un lado, la cantidad de refrigerantes disponibles para su recuperación, los volúmenes previstos de recuperación de refrigerantes o el número de centros de capacitación en recuperación y reciclaje en un país y, por otro, los recursos necesarios para llevar a cabo operaciones de la RRR provechosas.

147. La adecuación de la financiación para los componentes de RRR debería evaluarse en función de los recursos necesarios para establecer y gestionar un sistema de RRR operativo, en particular la coordinación institucional por parte de la ONO, la capacitación de técnicos, la recuperación, el reciclaje, el almacenamiento y el transporte de refrigerantes, la capacidad de regeneración prevista, las medidas normativas y de cumplimiento, y el seguimiento de las cantidades reales de refrigerantes recuperados y regenerados.

148. La conclusión anterior también explica por qué puede resultar difícil determinar retrospectivamente si la financiación es adecuada; a menos que un PGEH establezca normas de costos, objetivos o parámetros de referencia explícitos, como el número de técnicos y unidades de equipo por población atendida por los centros de servicio de equipos de RAC, las cantidades de HCFC que deben recuperarse, la capacidad de

[43] Como, por ejemplo, el impuesto sobre los refrigerantes vírgenes o las cuotas de reciclaje obligatorias.

regeneración necesaria o el costo por tonelada de refrigerante recuperado, no existe un denominador objetivo con respecto al cual pueda evaluarse la asignación de fondos para la RRR.

149. La cuestión de la adecuación de la financiación podría analizarse con mayor detalle en la segunda fase de la RRR mediante visitas a una muestra de países que hayan recibido apoyo para actividades de RRR. De este modo, la recopilación y evaluación de datos en los propios países permitiría transformar la adecuación de la financiación, que actualmente es en gran medida una valoración cualitativa, en una evaluación más basada en datos empíricos. En lo que respecta a los componentes de RRR de los PGEH, la cuestión clave sería establecer la capacidad nacional real de la RRR y la cobertura geográfica necesaria.

Sobre el seguimiento de la aplicación eficaz de los proyectos de RRR

150. Existen vulnerabilidades sistémicas en la capacidad de vigilar, rastrear y conciliar con precisión las cantidades de refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados. La falta de obligaciones legales para que los técnicos en refrigeración y aire acondicionado y los talleres de servicio registren y comuniquen las cantidades de refrigerante recuperadas, especialmente durante las recargas *in situ*, crea un importante vacío de datos. En consecuencia, las ONO carecen de los datos de referencia fiables necesarios para una verificación cuantitativa exhaustiva de las tasas de recuperación reales y para determinar la eficacia de los componentes de RRR de los PGEH.

151. Los conjuntos de datos siguen estando fragmentados entre entidades dispares, entre las que se incluyen las autoridades aduaneras, los departamentos de gestión de residuos, las ONO y las organizaciones de responsabilidad del productor. A falta de una plataforma digital integrada para el intercambio de datos, no es posible cotejar la información sobre importaciones, comercialización, recogida de residuos y actividades de RRR, lo que impide establecer una visión general precisa de los flujos de refrigerantes e identificar lagunas o discrepancias.

152. Para lograr una transparencia y una rendición de cuentas plenas en materia de datos, serán necesarios mandatos uniformes de presentación de informes, plataformas digitales integradas de seguimiento y una supervisión más estricta del sector informal del reciclaje.

Sobre la identificación de las partes interesadas pertinentes

153. La arquitectura operativa de las redes de RRR se basa en dos niveles distintos de partes interesadas que aún no están plenamente integrados. La cadena de valor inmediata está impulsada por actores directos, como los talleres de mantenimiento, los centros de recogida de refrigerantes y las instalaciones de regeneración, que gestionan el ciclo de vida físico de los refrigerantes. Un nivel periférico de partes interesadas institucionales, entre las que se incluyen las autoridades aduaneras y los departamentos de gestión de residuos de los ministerios de medio ambiente, proporciona supervisión normativa, pero a menudo opera de forma aislada de los actores directos. A pesar de su papel en el reprocesamiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, las empresas de gestión de residuos y de reciclaje suelen pasarse por alto como partes interesadas en la RRR.

154. La transición de proyectos aislados de RRR a sistemas de RRR a escala nacional requerirá que los países amplíen la identificación de las partes interesadas pertinentes y procuren que sus funciones estén legalmente integradas en los marcos nacionales de gestión de refrigerantes.

Sobre las aduanas

155. Las autoridades aduaneras nacionales constituyen un eslabón fundamental en la aplicación de la normativa dentro de los sistemas nacionales de gestión del comercio de refrigerantes, especialmente a la hora de prevenir las importaciones ilegales y los movimientos transfronterizos no autorizados. El refuerzo de la coordinación entre las ONO, las autoridades aduaneras, los organismos reguladores medioambientales y las partes interesadas del sector de mantenimiento podría contribuir a asegurar que los controles aduaneros

se ajusten mejor a los sistemas nacionales de licencias y cuotas, al tiempo que se establecen procedimientos adecuados para una posible expansión del comercio transfronterizo de refrigerantes recuperados o regenerados.

156. El hecho de que no se haya notificado ningún comercio transfronterizo importante de refrigerantes recuperados o regenerados puede reflejar tanto una demanda de mercado limitada como la fase relativamente temprana de desarrollo de los sistemas formales de regeneración. A medida que se desarrollen la capacidad nacional de regeneración y los mercados de refrigerantes regenerados, las autoridades aduaneras podrían necesitar cada vez más procedimientos claros para identificar las sustancias recuperadas o regeneradas de los refrigerantes vírgenes y para verificar su origen, calidad, uso previsto y situación normativa.

Sobre la contención de refrigerantes y la gestión del ciclo de vida

157. Las respuestas de los países indican que, si bien los proyectos financiados por el Fondo Multilateral lograron establecer con éxito la infraestructura necesaria y demostraron la viabilidad técnica de la recuperación y la reutilización de refrigerantes, su éxito fue limitado a la hora de crear sistemas sistemáticos de recuperación y reciclaje a escala nacional. En particular, las respuestas no indicaron un patrón sistemático de posibles ahorros de costos derivados de la reutilización de refrigerantes para los talleres de servicio y los usuarios de equipos. Para ampliar eficazmente las iniciativas de recuperación, es necesario prestar mayor atención a la descentralización de los puntos de recogida para mejorar la accesibilidad, a la conexión directa de los técnicos y los usuarios finales con los centros de recuperación y reciclaje, y a la viabilidad económica de todo el marco de recuperación y reciclaje.

158. El estudio determinó que, si bien la experiencia previa con la gestión de los HCFC ofrece una base valiosa para las actividades de recuperación, reciclaje y regeneración, la transición hacia la reducción de los HFC plantea algunas complejidades técnicas, de seguridad y normativas. La experiencia institucional adquirida con la eliminación de los HCFC puede aplicarse directamente para perfeccionar los sistemas nacionales de concesión de licencias, presentación de informes y cuotas. La reutilización de activos físicos para la gestión de los HFC, cuando sea técnicamente viable, puede representar una estrategia rentable para reducir las emisiones y disminuir la dependencia de insumos químicos vírgenes. Sin embargo, la recuperación, el reciclaje y la regeneración de los HFC requiere actualizaciones de los equipos, protocolos rigurosos de separación de sustancias y tecnologías avanzadas de identificación para evitar la contaminación cruzada.

159. La integración de alternativas con bajo PCA plantea mayores preocupaciones en materia de seguridad, concretamente en lo que respecta a los refrigerantes ligeramente inflamables (A2L) a base de HFC. Abordar estos riesgos exige una revisión a fondo de los sistemas nacionales de certificación de técnicos, la actualización de los planes de estudios de formación profesional y la creación de fuentes de financiación internacionales específicas para establecer opciones seguras de almacenamiento a largo plazo y destrucción de sustancias peligrosas al final de su vida útil.

160. Además, las mezclas de HFC regeneradas pueden resultar menos competitivas desde el punto de vista comercial que los refrigerantes vírgenes fáciles de conseguir, sobre todo cuando los precios de las mezclas de refrigerantes vírgenes son relativamente bajos, lo que limita la viabilidad económica y una mayor adopción de los programas de RRR para los refrigerantes a base de HFC.

Sobre cuestiones tecnológicas y factores de escalabilidad

161. Aunque se han realizado gestiones para prestar apoyo a través de proyectos financiados por el Fondo Multilateral, una mayor expansión requiere una cobertura geográfica más amplia de las instalaciones de recuperación y recogida, instalaciones de almacenamiento fiables para los refrigerantes recuperados, acceso a servicios de identificación y ensayo de refrigerantes, y una capacidad de regeneración suficiente.

Sin estas condiciones de apoyo, las actividades de la RRR tienden a seguir siendo de carácter puntual y de escala limitada, en lugar de convertirse en sistemas nacionales sostenibles.

Sobre los factores de mercado y los programas de incentivos

162. Los programas de incentivos podrían desempeñar un papel importante a la hora de impulsar la participación de las partes interesadas y mantener los logros existentes en materia de RRR. En lugar de centrarse en una única parte interesada, los incentivos deberían dirigirse a varios actores a lo largo de la cadena. Además, los incentivos financieros deberían complementarse con mecanismos de certificación, seguimiento y verificación dirigidos por la ONO y las autoridades reguladoras pertinentes. Este enfoque integrado contribuiría a crear tanto la oferta de refrigerantes recuperados como una demanda sostenida de productos regenerados, reduciendo así la dependencia de la financiación pública y mejorando la viabilidad comercial a largo plazo de los sistemas de RRR.

Sobre las redes de recuperación y reciclaje y los centros de regeneración

163. La conclusión general sobre este tema es que el buen funcionamiento de un centro de regeneración no solo viene determinado por el tipo y la capacidad de los equipos de regeneración, sino también por la solidez de la red de recuperación y reciclaje previa que suministra los refrigerantes recuperados. Un centro de regeneración técnicamente bien equipado puede quedar infrautilizado si los talleres de servicio de aparatos de RAC carecen de equipos de recuperación, los puntos de recogida son geográficamente inaccesibles, los sistemas de transporte son deficientes o no existen incentivos suficientes para suministrar refrigerante recuperado.

Sobre la aplicación eficaz de los programas de regeneración

164. Para una aplicación eficaz, los centros de regeneración no pueden considerarse instalaciones técnicas aisladas. Su eficacia depende del establecimiento de una red de recuperación y reciclaje previa capaz de recoger, consolidar y entregar de forma sistemática el refrigerante recuperado, así como de la disponibilidad de un modelo comercial viable que ofrezca a los técnicos y a las empresas de servicio un incentivo para participar. El rendimiento de un programa de regeneración depende tanto de los aspectos económicos y logísticos de la recogida del refrigerante recuperado como de la capacidad técnica del propio centro.

165. En el proceso anterior también deberían tenerse en cuenta los incentivos económicos. Cuando se exige a los técnicos que asuman toda la carga financiera que supone el transporte de pequeñas cantidades de refrigerante recuperado, los desincentivos económicos reducen de forma inherente las tasas de participación. Esta falta de incentivos suele contribuir también a que los centros de regeneración sufran un suministro insuficiente, muy irregular e impredecible de materia prima de refrigerante. La ausencia de un mecanismo para compensar estos gastos logísticos perjudica la eficiencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo de las redes centralizadas de recuperación.

Sobre la distribución geográfica

166. Las diferencias en las capacidades de referencia y las necesidades de desarrollo parecen estar determinadas principalmente por las características específicas de cada país, entre las que se incluyen la madurez y el tamaño de los mercados de mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, la disponibilidad de redes de recuperación y reciclaje consolidadas y de infraestructuras de regeneración, la solidez de los marcos normativos y las capacidades de aplicación de la normativa, y el valor comercial de los refrigerantes recuperados. Estas diferencias son evidentes en todos los continentes, sin que surjan patrones regionales coherentes que justifiquen modalidades de asistencia diferenciadas basadas únicamente en la ubicación geográfica.

167. Las conclusiones del estudio teórico ponen de relieve la importancia de evaluar la capacidad inicial para la recuperación, el reciclaje y la regeneración antes de diseñar las medidas de asistencia del Fondo Multilateral. En dicha evaluación pueden utilizarse diversos indicadores, entre ellos el número y la distribución geográfica de los técnicos calificados, el equipo de recuperación por población atendida, la cantidad de refrigerante recuperado, la capacidad de regeneración existente, la distancia a las instalaciones de regeneración, la disponibilidad de equipos para realizar pruebas, la aplicación de la normativa y la diferencia de precio entre el refrigerante virgen y el regenerado.

Sobre la eficacia y la sostenibilidad de los logros

168. La sostenibilidad de las redes de recuperación y reciclaje y de los centros de regeneración requiere cambiar el enfoque, pasando de la adquisición inicial de equipos al seguimiento a largo plazo, el respaldo técnico y el apoyo operativo continuo. Las herramientas físicas solo son eficaces si van respaldadas por un seguimiento fiable y transparente de los flujos de materiales, asistencia técnica especializada para los servicios de calibración de equipos y repuestos, y mecanismos institucionalizados basados en el mercado, como los modelos de regeneración de pago por servicio, la responsabilidad ampliada del productor (RAP), los ingresos por cumplimiento normativo y el ahorro para el usuario final derivado de la compra de refrigerantes reciclados certificados.

Sobre la dimensión de género

169. El estudio teórico observó que, si bien las propuestas de proyectos de PGEH presentadas tras la adopción de la política de género contienen de forma sistemática disposiciones para la incorporación de la perspectiva de género, la atención prestada a las cuestiones de género en la ejecución y la presentación de informes es menos sistemática. Esto pone de manifiesto una tendencia al cumplimiento formal de la política de género (mención del género en la propuesta de proyecto), con lagunas en la integración sustantiva de la perspectiva de género en la ejecución y la presentación de resultados cuantificables.

IV. Plan para la segunda fase de la evaluación

IV.1 Enfoque propuesto para la segunda fase

170. Tal como se describe en el mandato, el estudio teórico constituye la primera fase de la evaluación global de las actividades de la RRR. Su objetivo principal es identificar y destacar las cuestiones fundamentales que requieren un análisis más riguroso y en profundidad durante la segunda fase de la evaluación. Las conclusiones y los resultados de este estudio teórico constituyen una base esencial para la planificación y la ejecución eficaces de la segunda fase. En concreto, estas conclusiones establecen una justificación para definir el alcance de la segunda fase y ofrecen orientación para la selección de los países específicos que serán objeto de visitas sobre el terreno.

171. Las visitas a los países deberían ofrecer una muestra comparativa que abarque diferentes niveles de infraestructura de la RRR, la envergadura de los mercados de servicio de RAC y la madurez de la cadena de valor de la RRR. Esto permitiría que la evaluación comprobara si la financiación destinada a los componentes de RRR era proporcional al sistema real que los países deseaban establecer y poner en funcionamiento.

172. El trabajo de campo debería evaluar la relación costo-eficacia de la financiación destinada a los componentes de RRR, analizando si el nivel y la asignación de los fondos del Fondo Multilateral eran proporcionales a las oportunidades nacionales en materia de RRR, a la capacidad requerida y a los sistemas que se pretendía establecer con dicha financiación. La evaluación debería reconstruir, en la medida de lo posible, la relación entre la financiación proporcionada, la infraestructura y la capacidad de la RRR establecidas, y su utilización y resultados reales. Este enfoque permitirá, por tanto, realizar una evaluación más basada en datos empíricos, verificar los logros reales y, de este modo, ir más allá de un juicio cualitativo sobre la adecuación de la financiación.

173. La evaluación debería examinar también la relación costo-eficacia de los distintos modelos de prestación de servicios de la RRR. Se sugiere seleccionar una muestra intencional de países con sistemas de RRR contrastados, que incluya enfoques centralizados y descentralizados para la recogida, el almacenamiento y la regeneración de refrigerantes, mercados de servicio de RAC de diferentes tamaños y niveles contrastados de capacidades de RRR existentes y características geográficas. De este modo, el trabajo de campo ayudará a determinar qué modelo de financiación y ejecución de RRR resulta rentable y adecuado para los distintos contextos nacionales, teniendo en cuenta el tamaño del mercado, la cobertura geográfica, las cantidades de refrigerantes disponibles, los requisitos de infraestructura y la utilización prevista.

174. En lo que respecta a la eficacia del seguimiento de la RRR, el trabajo de campo se centrará en la trazabilidad de principio a fin de los refrigerantes a lo largo de la cadena de recuperación, reciclaje, regeneración y reutilización, y determinará las deficiencias derivadas de la fragmentación de la presentación de informes por parte de las partes interesadas pertinentes. De este modo, las visitas a los países deberían sugerir medidas prácticas para reforzar la trazabilidad, tales como requisitos de presentación de informes, identificación única de los contenedores de refrigerante, sistemas de registro digital, intercambio de datos entre las instituciones responsables y mecanismos de verificación.

175. Esto se analizará en países que representen diferentes modelos de generación, verificación y conciliación de datos. Se deberá recabar información sobre la existencia de un fundamento jurídico para la presentación de informes, las entidades encargadas de generar y verificar los datos, la interconexión entre las distintas bases de datos y la capacidad de las oficinas nacionales del ozono para conciliar los datos sobre los refrigerantes recuperados y regenerados que poseen las distintas partes interesadas a nivel nacional.

176. En lo que respecta a la contención de refrigerantes y la gestión del ciclo de vida, el trabajo sobre el terreno se basará en las conclusiones del taller de 2024 sobre la gestión del ciclo de vida de los refrigerantes[44], en el que se hicieron hincapié en varios requisitos para una financiación eficaz de dicha gestión, entre ellos: una recopilación sólida de datos sobre refrigerantes, costos operativos y necesidades financieras; marcos normativos sólidos que definan las funciones de las partes interesadas y garanticen la transparencia y la rendición de cuentas; la participación del sector privado; así como modelos de gestión circulares adaptables a los cambios del mercado y a las modificaciones normativas.

177. En este sentido, el trabajo de campo analizará las siguientes cuestiones identificadas en el estudio teórico:

i) En qué medida se mide la recuperación de refrigerante a nivel de técnico o taller;

ii) Si los datos recopilados pueden conciliarse a lo largo de todo el ciclo de vida del refrigerante; y

iii) Qué medidas se han tomado o podrían tomarse para incluir las actividades de mantenimiento informales.

178. Se examinarán los factores tecnológicos y de escalabilidad en países que representan diferentes enfoques para ampliar los sistemas de la RRR más allá de las limitaciones iniciales derivadas del apoyo a proyectos concretos. El trabajo de campo debería evaluar tanto los problemas técnicos como los incentivos necesarios para que la infraestructura sea operativa a gran escala. Se debe prestar atención a determinar el efecto de los costos de recuperación, recogida, transporte, almacenamiento y regeneración sobre la diferencia de precio entre los refrigerantes vírgenes y los regenerados.

[44] Anexo II del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/87.

179. La evaluación deberá examinar en qué medida los mecanismos de certificación, seguimiento y verificación refuerzan los incentivos financieros y si existe una demanda suficiente de refrigerantes regenerados. Asimismo, el ejercicio deberá determinar los beneficios económicos que la reutilización de refrigerantes reporta a los talleres de servicio y a los usuarios finales, así como la disponibilidad de incentivos para que los técnicos devuelvan los refrigerantes recuperados al sistema formal de RRR. Esto ayudaría a identificar combinaciones escalables de infraestructura tecnológica, requisitos normativos e incentivos económicos capaces de sostener los sistemas de RRR más allá del período de financiación del Fondo Multilateral. Esto reviste especial importancia porque la evaluación del GETE de 2024 identifica la logística, los modelos de gestión, las economías de escala, los precios de los refrigerantes y las políticas de apoyo como factores determinantes de la funcionalidad y la facilidad de uso de los equipos de regeneración. Las visitas también deberían evaluar en qué medida la infraestructura tecnológica histórica de los HCFC puede adaptarse para los HFC y, con el tiempo, para refrigerantes con bajo PCA más nuevos.

180. Se analizará la sostenibilidad de las redes de recuperación y reciclaje y de los centros de regeneración desde el punto de vista técnico, institucional y financiero. En particular, el trabajo de campo evaluará los diferentes modelos de gestión utilizados para gestionar los centros de regeneración y sus consecuencias en cuanto a eficacia, viabilidad financiera y sostenibilidad a largo plazo. Esto debería incluir una comparación entre los modelos de gestión pública, del sector privado, de colaboración público-privada y basados en servicios, así como una evaluación de la sostenibilidad de la financiación de la regeneración mediante el pago por servicio, la venta de refrigerantes regenerados certificados, los ingresos procedentes de la responsabilidad ampliada del productor o del cumplimiento normativo, y las contribuciones de los productores e importadores.

181. La evaluación debería aportar información sobre la idoneidad de los distintos modelos de gestión en los diferentes contextos nacionales y condiciones de mercado, así como sobre los factores institucionales, normativos y financieros necesarios para su funcionamiento satisfactorio. Se recopilará información sobre hasta qué punto los distintos modelos han pasado de ser instalaciones financiadas mediante proyectos a convertirse en un servicio funcional e institucionalmente sostenible, y se determinarán los elementos más críticos para mantener los logros una vez finalizada la financiación del Fondo Multilateral .

182. En lo que respecta a las partes interesadas, las visitas deberían identificar a las partes legalmente responsables de cada etapa del ciclo de vida de los refrigerantes, así como las conexiones entre las responsabilidades institucionales y las físicas.

183. Las visitas a los países deberían examinar si la promoción de la participación de las mujeres en los proyectos de RRR ha avanzado más allá de la inclusión formal en los documentos de los proyectos y la recopilación de datos sobre la participación en la capacitación, para dar paso a cambios sustantivos en el acceso de las mujeres a la certificación, el empleo, el emprendimiento y la toma de decisiones dentro del sector de RAC/RRR. Deberían recopilarse datos e información sobre la participación de las mujeres como técnicas, propietarias de empresas de servicios, formadoras y operadoras de instalaciones de recogida y regeneración, así como sobre su acceso a los equipos financiados por el Fondo Multilateral y a las oportunidades económicas generadas por la recuperación y regeneración de refrigerantes. El trabajo de campo también debería evaluar en qué medida se han institucionalizado las medidas de promoción de la participación y el empoderamiento de las mujeres para lograr la sostenibilidad.

IV.2 Selección propuesta de países para las misiones sobre el terreno

184. Se propone que la segunda fase del marco de evaluación de la RRR de refrigerantes se amplíe para incluir evaluaciones sobre el terreno en cinco entornos normativos y climáticos distintos: Bahrein, Colombia, Egipto, Malasia y Macedonia del Norte. Al incorporar países de Asia Occidental, América Latina y el Caribe, África, Asia y el Pacífico, y Europa y Asia Central, la segunda fase de la evaluación recopilará información y datos para realizar un análisis comparativo en cuanto al tamaño del sistema de RRR, la infraestructura operativa y los marcos de recopilación de datos.

185. Se propone a Bahrein para el trabajo de campo porque constituye un ejemplo de un sistema de RRR relativamente maduro y compacto. Sus intervenciones, respaldadas por el PGEH, combinaban la regulación, la certificación de técnicos y empresas, la infraestructura de recuperación y regeneración, la capacitación y un sistema de concesión de licencias y seguimiento cada vez más digitalizado. El país utiliza un marco de regeneración centralizado combinado con una infraestructura de recogida descentralizada. Por lo tanto, ofrece la oportunidad de evaluar si las inversiones en la RRR se han institucionalizado de manera efectiva, si los refrigerantes recuperados llegan a las instalaciones de regeneración y qué factores normativos, logísticos y económicos determinan la sostenibilidad del sistema.

186. Colombia cuenta con una red de recuperación y reciclaje relativamente madura y distribuida geográficamente. Se propone como país para una visita de campo porque dispone de una red nacional consolidada de RRR y de múltiples instalaciones de recogida y regeneración, lo que permite que la evaluación examine la cadena completa, desde la recuperación y recogida de refrigerantes hasta su regeneración. El país resulta especialmente pertinente para evaluar la recogida descentralizada, la logística, el suministro de materia prima a las instalaciones de regeneración, la institucionalización de los mecanismos de RRR y su sostenibilidad financiera.

187. Egipto es un ejemplo de sistema complejo con un mercado de servicios de RAC amplio y diverso, lo que permite evaluar los sistemas de RRR con un centro de regeneración y una red de recuperación y regeneración a gran escala. Constituye un nuevo ejemplo del uso de códigos QR para comprobar en qué medida la trazabilidad digital puede subsanar las limitaciones de los sistemas de notificación convencionales. Egipto resulta especialmente útil para comprobar si una inversión importante y unos volúmenes relativamente elevados de refrigerantes pueden traducirse en un alto grado de utilización, flujos eficaces de recogida y regeneración, y servicios de RRR sostenibles más allá del período de apoyo del proyecto del Fondo Multilateral.

188. Malasia es un modelo de sistema nacional de RRR maduro y bien respaldado que opera en un mercado de servicios de RAC amplio y geográficamente disperso. Tras la transición desde las inversiones iniciales del PGEH en equipos de recuperación y capacitación de técnicos, el país utiliza ahora un marco híbrido de RRR impulsado por el mercado. Este sistema aprovecha las principales redes de empresas privadas para recopilar datos descentralizados. El trabajo de campo ofrecería la oportunidad de evaluar si dicho modelo híbrido facilita una utilización adecuada de los equipos y logra la viabilidad económica a largo plazo.

189. Se propone Macedonia del Norte para el trabajo de campo porque representa un mercado de RAC relativamente pequeño con un sistema de recuperación y reciclaje consolidado y documentado, respaldado por el PGEH. El país constituye un caso útil para evaluar la escala mínima viable y la sostenibilidad de la infraestructura de recuperación y reciclaje, la eficacia de la presentación de informes por parte de los técnicos y los talleres de servicio, y el grado de reutilización de los refrigerantes recuperados. La visita también podría examinar la transición del sistema de recuperación y reciclaje centrado en los HCFC hacia una gestión y regeneración más amplias de los residuos de refrigerantes, incluidos los vínculos entre la recuperación de refrigerantes en el sector del mantenimiento, la recogida y la gestión al final de la vida útil.

Annex I

LIST OF COUNTRIES

No.	Country	Project Title	Project Code	Implementing Agencies
1.	Albania	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II & III)	ALB/PHA/75/INV/30 ALB/PHA/81/INV/34 ALB/PHA/81/TAS/35 ALB/PHA/64/INV/22 ALB/PHA/70/INV/25 ALB/PHA/85/INV/41 ALB/PHA/75/TAS/31	UNIDO/UNEP
2.	Bahrain	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	BAH/PHA/88/TAS/41 BAH/PHA/88/TAS/40 BAH/PHA/93/TAS/45 BAH/PHA/68/TAS/26	UNEP/UNIDO
3.	Cambodia	HCFC Phase-Out Plan (Stage I)	KAM/PHA/70/INV/28 KAM/PHA/76/INV/33 KAM/PHA/61/INV/24 KAM/PHA/83/INV/36	UNEP/UNDP
4.	Colombia	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II & III)	COL/PHA/84/TAS/108 COL/PHA/88/INV/111 COL/PHA/88/INV/114 COL/PHA/62/INV/77 COL/PHA/72/INV/89 COL/PHA/66/INV/81 COL/PHA/75/INV/96 COL/PHA/75/TAS/94 COL/PHA/81/TAS/104	UNDP
5.	Costa Rica	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	COS/PHA/64/INV/46 COS/PHA/70/INV/48 COS/PHA/90/INV/65 COS/PHA/84/INV/61	UNDP
6.	Egypt	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	EGY/PHA/84/INV/142 EGY/PHA/68/TAS/116 EGY/PHA/79/INV/136 EGY/PHA/84/INV/141 EGY/PHA/65/TAS/114	UNIDO/UNDP/Germany
7.	Fiji	HCFC Phase-Out Plan (Stage I)	FIJ/PHA/65/INV/23 FIJ/PHA/73/INV/27 FIJ/PHA/77/INV/31 FIJ/PHA/86/INV/38	UNDP/UNEP
8.	Ghana	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	GHA/PHA/81/TAS/45 GHA/PHA/67/INV/34 GHA/PHA/61/INV/30 GHA/PHA/76/INV/42 GHA/PHA/72/INV/39 GHA/PHA/84/INV/48 GHA/PHA/87/INV/50	UNDP/Italy
9.	Grenada	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	GRN/PHA/62/TAS/18 GRN/PHA/90/INV/30	UNEP/UNIDO
10.	India	HCFC Phase-Out Plan (Stage I)	IND/PHA/66/INV/442	UNDP/UNEP/Germany

No.	Country	Project Title	Project Code	Implementing Agencies
11.	Malaysia	HCFC Phase-Out Plan (Stage I)	MAL/PHA/77/INV/184 MAL/PHA/65/TAS/168	UNDP
12.	Mexico	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	MEX/PHA/77/INV/185 MEX/PHA/64/INV/160 MEX/PHA/64/TAS/158 MEX/PHA/77/INV/183 MEX/PHA/81/INV/189 MEX/PHA/73/INV/171	UNIDO/UNEP/UNDP/Germany/Italy/Spain
13.	North Macedonia	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	MDN/PHA/64/INV/31 MDN/PHA/67/INV/33 MDN/PHA/70/INV/34 MDN/PHA/60/INV/29 MDN/PHA/72/INV/35 MDN/PHA/93/INV/50	UNIDO
14.	Serbia	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	YUG/PHA/62/INV/38 YUG/PHA/91/INV/60 YUG/PHA/71/INV/41 YUG/PHA/85/INV/54	UNIDO/UNEP
15.	Tunisia	HCFC Phase-Out Plan (Stage I & II)	TUN/PHA/72/INV/58 TUN/PHA/92/INV/82 TUN/PHA/84/INV/73 TUN/PHA/92/TAS/81	UNIDO/UNEP

Anexo II

MANDATO PARA LA SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE RECUPERACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACIÓN

Introducción

1. En su 93ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el programa de trabajo de supervisión y evaluación para 2024 y 2025 (decisión 93/10), que incluía una evaluación de los proyectos relacionados con la recuperación, el reciclado y la regeneración (RRR). En su 95ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el mandato para el estudio teórico (UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/12), que preveía que la evaluación se llevara a cabo en dos fases, y que el mandato actualizado para la segunda fase se presentara sobre la base de las conclusiones del estudio teórico.

2. El estudio teórico, que abarcó a 15 países, se llevó a cabo como primera fase de la evaluación de los proyectos de recuperación, reciclaje y regeneración financiados por el Fondo Multilateral. El estudio teórico sirvió para trazar un mapa conceptual de las cuestiones clave, tales como el diseño y la financiación de los proyectos, las modalidades de ejecución, las infraestructuras de recuperación, reciclaje y regeneración, los sistemas de seguimiento y presentación de informes, las disposiciones tecnológicas y logísticas, la sostenibilidad y el fomento de la participación de las mujeres. En él se identificaron los logros comunes, los retos de ejecución, las deficiencias sistémicas y las buenas prácticas emergentes en todos los países analizados.

Objetivo y alcance

3. El objetivo de la segunda fase es complementar y validar las conclusiones del estudio teórico mediante visitas a los países. La segunda fase de la evaluación consistirá en visitas sobre el terreno a un grupo de países seleccionados de forma deliberada. Las visitas a los países permitirán evaluar, validar y explicar con mayor detalle las conclusiones del estudio teórico mediante la consulta directa con las partes interesadas nacionales y la observación de diversas instalaciones y operaciones de RRR. Las visitas brindarán la oportunidad de examinar cómo funcionan en la práctica los sistemas de RRR respaldados por proyectos y evaluar en qué medida la infraestructura, los mecanismos institucionales y las capacidades establecidas gracias al apoyo del Fondo Multilateral se han traducido en una mejora de las capacidades nacionales de RRR y han contribuido al cumplimiento de las obligaciones.

4. Las visitas a los países se centrarán en aquellas cuestiones en las que el estudio teórico haya identificado limitaciones en la información disponible o en las que se requieran datos a nivel nacional para extraer conclusiones más sólidas. Por lo tanto, los países seleccionados para la segunda fase se han elegido como estudios de caso con el fin de aportar ejemplos y datos empíricos complementarios. En conjunto, estos países representarán una diversidad suficiente para comprobar cómo se aplican los resultados del estudio teórico en diferentes contextos nacionales e identificar los factores que explican las diferencias en el rendimiento y la sostenibilidad de los distintos tipos de sistemas de RRR.

5. El trabajo de campo se centrará en algunas cuestiones que requieren una investigación más profunda, entre ellas la idoneidad de la planificación, el diseño y la financiación de los proyectos; la eficacia del seguimiento y el control de los refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados; el funcionamiento y la cobertura geográfica de los sistemas de recuperación y recogida de refrigerantes; las opciones tecnológicas y logísticas para ampliar las actividades de RRR; la eficacia y la viabilidad económica de los diferentes programas de regeneración; los factores de mercado y los programas de incentivos; el papel de las aduanas y de los marcos legislativos y normativos; la gestión de los refrigerantes de desecho y

contaminados de forma cruzada al final de su ciclo de vida; los acuerdos institucionales y la sostenibilidad de las infraestructuras respaldadas por proyectos.

6. Las visitas a los países también tendrán como objetivo encontrar buenas prácticas y enfoques innovadores que puedan reproducirse, entre ellos la recogida descentralizada, la aplicabilidad de herramientas digitales para el seguimiento y la trazabilidad de los refrigerantes, las opciones para la consolidación y el transporte de los refrigerantes recuperados, la funcionalidad de diversos modelos de gestión de regeneración, la disponibilidad de incentivos financieros y el impacto de los mecanismos basados en el mercado sobre la sostenibilidad de las operaciones de recuperación, reciclaje y regeneración. Al mismo tiempo, las visitas documentarán los retos de implementación y las limitaciones imprevistas, tales como la infrautilización de los equipos, la insuficiencia de materia prima para la regeneración, los elevados costos de recogida y transporte, la fragmentación de los sistemas de datos, los incentivos financieros inadecuados para la recuperación y reutilización de refrigerantes, y las dificultades para adaptar las infraestructuras y capacidades existentes a la recuperación y regeneración de nuevos refrigerantes.

7. Siempre que sea posible, el trabajo de campo identificará y describirá la relación entre los insumos de los componentes del proyecto de RRR y los productos y resultados realmente obtenidos, por ejemplo: entre el equipo y la capacitación proporcionados; el número y la cobertura geográfica de los técnicos y puntos de recogida participantes; las cantidades de refrigerante recuperadas y entregadas para su reciclaje o regeneración; la utilización de la capacidad de regeneración; y los acuerdos financieros e institucionales que respaldan el funcionamiento continuado.

8. Sobre esta base, y en la medida en que lo permitan los registros disponibles, el trabajo de campo evaluará de forma cuantitativa en qué medida los refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados se han vuelto a utilizar en sustitución de refrigerantes vírgenes, contribuyendo así a la reducción del consumo de sustancias controladas y a la prevención de emisiones.

Metodología

9. Se seleccionó una muestra de países para lograr una representación geográfica equilibrada y la presencia de organismos de ejecución. Además, la muestra propuesta asegura una amplia variedad de información relacionada con los resultados de los proyectos, el nivel de infraestructura de RRR, el tamaño del mercado de servicios de RAC y la madurez de las operaciones de RRR. Los países seleccionados son:

a) Bahrein: un sistema de recuperación y reciclaje compacto, relativamente maduro e integrado, que combina un marco de regeneración centralizado con una infraestructura de recogida descentralizada, lo que permite analizar cómo llegan los refrigerantes recuperados a las instalaciones de regeneración y qué factores normativos, logísticos y económicos determinan su sostenibilidad;

b) Colombia: una red de recuperación y reciclaje madura y distribuida geográficamente, con numerosas instalaciones de regeneración, a través de la cual la evaluación puede examinar la cadena completa, desde la recuperación y recogida de refrigerantes hasta su regeneración;

c) Egipto: un mercado de servicios de RAC amplio y diverso, que permite evaluar los sistemas de RRR con un centro de regeneración y una red de recuperación y regeneración a gran escala;

d) Malasia: un mercado de servicios de RAC amplio y geográficamente disperso, con un marco híbrido de la RRR impulsado por el mercado, en el que participan redes de empresas privadas, lo que ofrece la oportunidad de evaluar si dicho modelo facilita una utilización adecuada de los equipos y logra la viabilidad económica a largo plazo; y

e) Macedonia del Norte: un mercado de sistemas de RAC relativamente pequeño, con un sistema establecido de recuperación y reciclaje que constituye un caso útil para evaluar la escala mínima viable y la sostenibilidad de la infraestructura de recuperación y reciclaje.

10. La evaluación la llevará a cabo un consultor independiente (experto principal) bajo la supervisión del Oficial Superior de Evaluación (OSE) y de conformidad con las normas y estándares de evaluación aplicables. Además, se contratará a un equipo de cinco expertos nacionales para realizar las visitas al país, recopilar información relacionada con el control de las cantidades de refrigerantes recuperados, reciclados y regenerados, así como sobre las modalidades de funcionamiento de las redes de recogida de refrigerantes y las instalaciones de regeneración. Los expertos mantendrán conversaciones con los principales actores de la cadena de valor de los refrigerantes, entre los que se incluyen importadores y distribuidores de refrigerantes, talleres de servicio de RAC, instituciones de capacitación técnica, operadores de centros de regeneración de refrigerantes y empresas especializadas en la gestión de residuos.

11. Antes de las visitas al país, los expertos elaborarán, bajo la supervisión del experto principal y con la orientación del OSE, un plan de misión en el que se establezcan la metodología y los supuestos, las herramientas de recopilación de datos (por ejemplo, cuestionarios, guías de entrevista y listas de comprobación para la observación de las instalaciones) y el calendario de visitas.

12. El análisis combinará métodos cuantitativos y cualitativos. La información y las conclusiones del estudio teórico se contrastarán con los registros que se mantienen a nivel nacional (por ejemplo, registros de talleres de servicio, puntos de recogida y centros de regeneración, así como datos sobre licencias y aduanas) y mediante la observación directa de los equipos y las instalaciones. En la medida de lo posible, se recopilarán datos cuantitativos sobre las cantidades de refrigerantes recuperados, reciclados, regenerados y reintegrados al uso; la utilización de los equipos y la capacidad de regeneración; los costos de recogida, transporte, ensayo y regeneración; y los precios de los refrigerantes regenerados y vírgenes. Además, se recopilará información complementaria de fuentes externas (por ejemplo, el panel de información del Convenio de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de desechos de refrigerantes y equipos que contienen SAO). Todas las pruebas justificativas recopiladas durante las visitas a los países (por ejemplo, cuestionarios, guías de entrevistas, actas de reuniones y datos recopilados) formarán parte de los resultados que se presenten a la unidad de evaluación.

Resultado previsto

13. Se elaborará un informe final exhaustivo en el que se evaluarán los modelos operativos de los sistemas de la RRR en distintos contextos y condiciones nacionales. Más concretamente, se examinarán en detalle las siguientes cuestiones:

- Eficacia de las intervenciones de la RRR;
- Mejor comprensión de la contribución cuantitativa de las actividades de la RRR a la reducción del consumo de sustancias controladas, en la medida en que los datos lo permitan;
- Adecuación de la planificación, el diseño y la financiación de los proyectos;
- Identificación de las partes interesadas, sus funciones y su participación;
- Papel de las aduanas y de los marcos legislativos y normativos en el apoyo a las actividades de la RRR;
- Eficacia de la supervisión de las operaciones de la RRR y de la trazabilidad de los refrigerantes;
- Funcionamiento y escalabilidad de los sistemas de recuperación y recogida de refrigerantes;
- Cuando existan, planes nacionales para la recogida, el transporte y la eliminación con arreglo a la Decisión 91/66, incluida la consideración del reciclaje, la regeneración y la destrucción rentable;
- Viabilidad económica de los distintos modelos de gestión de regeneración;

- Factores de mercado y programas de incentivos;
- Sostenibilidad de los marcos establecidos de la RRR;
- Aplicabilidad de los sistemas de la RRR para su uso en la reducción de los HFC y las mezclas de refrigerantes;
- Prácticas existentes en la gestión de refrigerantes de desecho y contaminados de forma cruzada al final de su ciclo de vida.

14. La segunda fase de la evaluación proporcionará datos a nivel nacional que complementen y, cuando proceda, validen las conclusiones del estudio teórico. Las visitas a los países generarán información suficientemente detallada y fiable para evaluar cómo han funcionado en la práctica las intervenciones de la RRR, identificar los factores que influyen en su eficacia y sostenibilidad, y extraer lecciones aplicables a futuras intervenciones financiadas por el Fondo Multilateral.

15. Las visitas a los países también identificarán las buenas prácticas que han contribuido a la aplicación eficaz, la escalabilidad o la sostenibilidad de los sistemas de la RRR y las documentarán junto con las condiciones que han permitido su funcionamiento.

16. En la medida de lo posible, el trabajo de campo examinará las medidas que promueven la participación de las mujeres en la aplicación de la RRR, en particular si se han integrado consideraciones al respecto en la aplicación de los componentes de la RRR –y de qué manera– más allá de las referencias formales en los documentos del proyecto y los informes sobre la marcha de las actividades.

17. Las conclusiones de las visitas a los países y del estudio teórico se consolidarán en un informe de evaluación final que incluirá recomendaciones específicas, medibles, alcanzables, pertinentes y con plazos definidos (SMART) para facilitar el seguimiento de su aplicación. Los informes por países se presentarán como anexos al informe de evaluación final.

Presupuesto y calendario

18. Se contratará a un equipo de consultores para que realice visitas sobre el terreno y recopile información de las instalaciones de la RRR existentes. De cada visita se elaborará un informe por país, y un informe de síntesis exhaustivo resumirá las conclusiones y formulará las lecciones aprendidas, que se presentarán en la 101ª reunión.

19. El costo de la segunda fase asciende a USD 30.000, según el presupuesto aprobado, como se detalla en el cuadro 1 que figura a continuación.

Cuadro 1: Presupuesto para la segunda fase de la evaluación de la RRR (en USD)

Partida presupuestaria	Consultor	Costo unitario	Número de unidades	Total
Honorarios profesionales	Experto principal	500	25	12.500
Honorarios profesionales	Expertos nacionales	350	50*	17.500
TOTAL				**30.000**

* 10 días para cinco expertos en cinco países

PREGUNTAS DE EVALUACIÓN

I. Diseño, planificación y resultados de las intervenciones de recuperación, reciclaje y regeneración

a) *Resultados y contribución al cumplimiento*: ¿En qué medida se han traducido en resultados operativos los equipos, la capacitación y las instalaciones proporcionados, tales como la utilización de los equipos y la capacidad de regeneración, así como las cantidades de refrigerante recuperadas, recicladas, regeneradas y reintegradas al uso? En la medida en que los datos lo permitan, ¿cuál ha sido su contribución a la reducción del consumo de sustancias controladas y al cumplimiento del Protocolo de Montreal?

b) *Planificación, diseño y financiación*: ¿En qué medida el diseño, la escala y la financiación de las intervenciones de la RRR se ajustaban a las necesidades nacionales (banco de refrigerantes, sector de servicios de RAC, cobertura geográfica y necesidades previstas de recuperación y regeneración)? ¿Qué indicadores podrían utilizarse para evaluar la adecuación de la financiación y la capacidad de referencia de un país en materia de la RRR a la hora de diseñar la asistencia futura (por ejemplo, cobertura de técnicos y equipos, cantidades disponibles para la recuperación, capacidad de ensayo y regeneración, aplicación de la normativa y diferencias de precios)?

II. Marco institucional y seguimiento

c) *Partes interesadas, medidas regulatorias y aduanas*: ¿Qué partes interesadas intervienen a lo largo de la cadena de valor de la RRR y cuáles son sus funciones? ¿Cómo se puede reforzar la coordinación entre ellas, así como el papel de las ONO y de los organismos bilaterales y de ejecución? ¿En qué medida se han aplicado las medidas regulatorias (por ejemplo, prohibiciones de descarga a la atmósfera, concesión de licencias y certificación de técnicos, obligación de notificación) y cómo han influido en las prácticas de la RRR?

d) *Seguimiento y trazabilidad*: ¿En qué medida pueden los sistemas nacionales seguir de cerca, verificar y conciliar las cantidades de refrigerante recuperadas, recicladas y regeneradas a lo largo de la cadena de la RRR, incluidas las actividades informales de mantenimiento y desmantelamiento? ¿Qué cambios institucionales, normativos o tecnológicos son necesarios para subsanar las lagunas de datos existentes?

III. Funcionamiento y viabilidad de la recuperación, el reciclaje y la regeneración

e) *Redes de recuperación y recogida*: ¿En qué medida son accesibles, geográficamente adecuadas y escalables estas redes? ¿Qué factores tecnológicos y logísticos (por ejemplo, la disponibilidad y el mantenimiento de los equipos, las bombonas recargables, el transporte y el almacenamiento) limitan su cobertura, participación y expansión?

f) *Factores relacionados con la regeneración y el mercado*: ¿Qué modelos de gestión y mecanismos de recogida, financiación, ensayo y certificación han garantizado un suministro regular de materia prima, la confianza del mercado y la viabilidad económica de las instalaciones de regeneración? ¿Cómo se comparan, en cuanto a la rentabilidad, los enfoques centralizados y descentralizados? ¿Qué instrumentos normativos y económicos han fomentado la reintegración del refrigerante recuperado al sistema formal? ¿Cómo puede esta experiencia, incluidos los vínculos con las instalaciones regionales de regeneración, apoyar la regeneración en los países de bajo consumo?

IV. Sostenibilidad y gestión del ciclo de vida

g) *Sostenibilidad*: ¿Qué factores técnicos, institucionales y financieros, así como qué retos y riesgos, determinan si las operaciones de la RRR pueden continuar más allá de la financiación del Fondo Multilateral? ¿Cuáles son los instrumentos de apoyo utilizados para garantizar la sostenibilidad?

h) *Transición a los HFC y gestión al final de la vida útil*: ¿En qué medida se han reorientado la infraestructura, los equipos y la capacidad de la RRR de los HCFC hacia los HFC, las mezclas de refrigerantes y los refrigerantes con menor PCA, y qué inversiones adicionales en materia de tecnología, seguridad, capacitación y normativa son necesarias? ¿Cómo se gestionan los bancos de SAO, los refrigerantes de desecho y los contaminados de forma cruzada (almacenamiento, exportación o destrucción)? ¿Qué medidas a lo largo del ciclo de vida (por ejemplo, programas de sustitución de equipos, responsabilidad ampliada del productor) podrían reducir la carga al final del ciclo?

V. Lecciones aprendidas y programación futura

i) *Lecciones aprendidas y programación futura*: ¿Cuáles fueron las principales limitaciones en la ejecución y cómo se abordaron? ¿Qué buenas prácticas, lecciones aprendidas y cambios en el diseño, la ejecución y el seguimiento de las intervenciones del proyecto mejorarían la eficacia, la escalabilidad y la sostenibilidad de futuras intervenciones en materia de la RRR?

j) *Fomento de la participación y el empoderamiento de las mujeres*: ¿En qué medida han contribuido las actividades llevadas a cabo a promover la participación de las mujeres y han dado lugar a cambios sustanciales en la participación de las mujeres en la capacitación, la certificación, el empleo, el emprendimiento y la toma de decisiones en el ámbito de la RRR?

Annex III

SOURCES OF INFORMATION AND REFERENCES

Country	Multilateral Fund Documents
Albania	UNEP/OzL.Pro/ExCom/64/23; UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/23; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/35; UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/21; UNEP/OzL.Pro/ExCom/85/19; UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/36; UNEP/OzL.Pro/ExCom/98/17
	Project completion report HPMP Stage I (UNIDO/UNEP, November 2022)
Bahrain	UNEP/OzL.Pro/ExCom/68/22; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/37; UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/38; UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/41; UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/41; UNEP/OzL.Pro/ExCom/98/22
	Project completion report HPMP Stage I (UNEP/ UNIDO, April 2022)
Cambodia	UNEP/OzL.Pro/ExCom/61/30; UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/27; UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/21; UNEP/OzL.Pro/ExCom/83/21; UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/22
Colombia	UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/27; UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/33; UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/25; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/42; UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/30; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/43 UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/44; UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/48
	Project completion report HPMP Stage I (UNDP/UNEP, July 2018)
	Project completion report HPMP Stage II (UNDP/Germany/UNEP, October 2023)
Costa Rica	UNEP/OzL.Pro/ExCom/64/31; UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/31; UNEP/OzL.Pro/ExCom/74/26; UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/39; UNEP/OzL.Pro/ExCom/83/24; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/45; UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/24; UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/36; UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/50
	Project completion report HPMP Stage I (UNDP, May 2022)
Egypt	UNEP/OzL.Pro/ExCom/65/32; UNEP/OzL.Pro/ExCom/68/27; UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/32; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/49; UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/47; UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/33; UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/32; UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/49
	Project completion report HPMP Stage I (UNIDO/UNDP, December 2021)
Fiji	UNEP/OzL.Pro/ExCom/65/35; UNEP/OzL.Pro/ExCom/73/38; UNEP/OzL.Pro/ExCom/77/45; UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/50; UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/49
	Project completion report HPMP Stage I (UNDP/UNEP, April 2023)
Ghana	UNEP/OzL.Pro/ExCom/61/39; UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/25; UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/27; UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/32; UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/35; UNEP/OzL.Pro/ExCom/87/28; UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/54
	Project completion report HPMP Stage I (UNDP, December 2024)
Grenada	UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/33; UNEP/OzL.Pro/ExCom/77/47; UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/27
	Project completion report HPMP Stage I (UNEP/UNIDO, April-June 2024)
India	UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/38; UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/35; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/48; UNEP/OzL.Pro/ExCom/77/49; UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/52; UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/54 UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/42; UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/58
	Project completion report HPMP Stage I (UNDP, Germany, UNEP, September 2018)
Malaysia	UNEP/OzL.Pro/ExCom/65/41; UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/38; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/54; UNEP/OzL.Pro/ExCom/77/54; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/54; UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/53; UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/43
	Project completion report HPMP Stage I (UNDP, October 2018)
Mexico	UNEP/OzL.Pro/ExCom/64/39; UNEP/OzL.Pro/ExCom/68/33; UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/40; UNEP/OzL.Pro/ExCom/73/43; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/56; UNEP/OzL.Pro/ExCom/77/55; UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/45; UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/32; UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/34; UNEP/OzL.Pro/ExCom/95/66
	Project completion report HPMP Stage I (UNIDO/UNDP, June 2020)
	Project completion report HPMP Stage II (UNIDO/Germany/Italy/Spain/UNEP, March 2025)
North Macedonia	UNEP/OzL.Pro/ExCom/60/40; UNEP/OzL.Pro/ExCom/64/45; UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/31; UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/47; UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/35; UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/69; UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/41; UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/60; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/56; UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/57; UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/78
	Project completion report HPMP Stage I (UNIDO, April 2024)
Serbia	UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/47; UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/46; UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/40; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/59; UNEP/OzL.Pro/ExCom/85/46; UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/50

Country	Multilateral Fund Documents
	UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/74
	Project completion report HPMP Stage I (UNIDO/UNEP, October-November 2022)
Tunisia	UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/36; UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/51; UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/60; UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/40; UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/80; UNEP/OzL.Pro/ExCom/98/51
	Project completion report HPMP Stage I (UNIDO/France/UNEP, April 2022)
Previous related evaluation studies and additional resources	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/18: Desk Study on Recovery and Recycling Projects	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/52/8: Extended Desk Study on Incentive Programmes for Retrofits	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/10: Desk Study on the Evaluation of the Pilot Demonstration Projects on ODS Disposal and Destruction	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/10: Desk Study for the Evaluation of the HCFC Phase-Out in the Refrigeration Servicing Sector	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/87: Report pursuant to Decision 93/104 on Life-Cycle Refrigerant Management with a View to Considering the Establishment of a Funding Window in Line with Decision XXXV/11 of the Thirty-Fifth Meeting of the Parties	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/87 Annex II: Key takeaways from the workshop on life-cycle refrigerant management convened pursuant to decision XXXV/11	
TEAP: Decision XXXV/11 Task force report on life cycle refrigerant management (May 2024)	
MLF/IACM.2024/2/2	
Life-cycle Refrigerant Management at the 36th Meeting of the Parties to the Montreal Protocol, Carbon Containment Lab, November 2024	

Annex IV

LIST OF STAKEHOLDERS

National Ozone Officers (through a survey questionnaire)

Country	Organization/Institution
Albania	National Ozone Unit Coordinator
Bahrain	Head of Hazardous Chemical Management Unit & National Ozone Officer
Cambodia	Under Secretary of State
Colombia	Unidad Técnica de Ozono de Colombia
Costa Rica	Dirección de Gestión de Calidad Ambiental - Oficina Técnica del Ozono
Egypt	Director, Ozone Unit
Fiji	Acting Principal Environment Officer, Ozone Depleting Substances Unit
Ghana	National Ozone Officer
Grenada	Permanent Secretary
India	Additional Director, Ozone Cell
Malaysia	Senior Principal Assistant Director
Mexico	Oficial de Ozono
North Macedonia	Manager of the Ozone Unit
Serbia	Head of Ozone Layer Protection Group
Tunisia	Coordinateur du Bureau Ozone

Implementing Agencies (through e-mail communication)

Agency	Contact Person
UNDP	Global Programme Specialist, UNDP Chemicals & Waste Hub, New York
	Senior Technical Advisor and Regional Coordinator for Cooling, Circularity and Pollution Prevention, Bangkok
	Regional Coordinator, Panamá City
	Regional Technical Specialist, Panamá City
	National Programme Manager, New Delhi
UNIDO	Chief, Montreal Protocol Unit, Vienna
	Industrial Development Officer, Vienna
	Industrial Development Officer, Vienna
GIZ	Advisor Proklima, Eschborn