



**Programa de las  
Naciones Unidas  
para el Medio Ambiente**



Distr.  
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/11  
14 de noviembre de 2019

ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL  
PARA LA APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE MONTREAL  
Octogésima cuarta Reunión  
Montreal, 16-20 de diciembre de 2019

**INFORME FINAL DE LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS PILOTO DE DEMOSTRACIÓN  
SOBRE LA ELIMINACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE SAO**

**Introducción**

1. La decisión XX/7, adoptada durante la Vigésima Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal, estableció la importancia de destruir los depósitos de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) al final de su vida útil. Este reconocimiento, que tuvo su origen en la eliminación de CFC y el inicio de la eliminación de HCFC, refleja la conclusión de que, de no hacerse, dichas SAO terminarían siendo descargadas a la atmósfera en algún punto del proceso de gestión convencional de desechos.
2. Durante la 57ª reunión el Comité Ejecutivo decidió estudiar proyectos piloto de eliminación de SAO que dieran respuesta a la decisión XX/7, especificando que deberían abarcar el acopio, transporte, almacenamiento y destrucción de SAO, con énfasis en depósitos con alto potencial de calentamiento atmosférico (PCA) en una muestra representativa de distintas regiones y países del artículo 5. La decisión señalaba además que dichos proyectos piloto debían ser factibles e incluir métodos de cofinanciamiento (decisión 57/6).
3. Durante la 58ª reunión el Comité Ejecutivo debatió criterios y pautas para la selección de proyectos, los que quedaron enunciados en la decisión 58/19. Durante la 63ª reunión el Comité Ejecutivo resolvió, de conformidad con la decisión XXI/2 (decisión 63/5(c)), fijar un plazo para la destrucción de SAO en países de bajo consumo.
4. Durante la 75ª reunión, el Oficial Superior de Supervisión y Evaluación presentó un estudio teórico sobre la evaluación de proyectos piloto de eliminación y destrucción de SAO. Dicho estudio se estimó oportuno, en cuanto venía precedido por informes presentados a las reuniones 64ª y 70ª que

sintetizaban las experiencias recogidas en materia de acopio, capacitación, sensibilización, almacenamiento y destrucción durante la ejecución de proyectos de eliminación de SAO.<sup>1</sup>

5. El informe hacía presente la necesidad de instruir a los gestores de desechos sobre la importancia de que la gestión y eliminación de desechos de SAO se hiciera sobre la base de procedimientos detallados. La planificación logística es parte importante de los preparativos para la correcta eliminación de los desechos de SAO. Para prevenir retrasos, es de la mayor importancia sincronizar los detalles y procedimientos logísticos necesarios para obtener permisos. En cuanto al método, el informe concluía que la opción más práctica parecía ser el acopio a nivel regional, seguido de transferencia a un punto central y luego por el despacho de los desechos a destrucción cuando se acumulase una cantidad suficiente.

6. Durante la 75ª reunión el Comité Ejecutivo decidió postergar la segunda fase de la evaluación, incluyendo el trabajo en terreno, dado que los proyectos se encontraban aún en una etapa temprana, solicitando al Oficial Superior de Supervisión y Evaluación que, entre otras cosas, al hacer el estudio en terreno sobre eliminación de SAO en una futura propuesta de supervisión y evaluación, se reevaluasen los proyectos contemplados en el estudio teórico a fin de recibir una puesta al día sobre el estado de la ejecución o término de éstos (decisión 75/8(c)).

7. Durante la 82ª reunión el Comité Ejecutivo tomó conocimiento de un informe de síntesis sobre los informes finales de nueve proyectos piloto de eliminación de SAO<sup>2</sup> y de dos estudios para el establecimiento de un sistema público-privado de financiamiento de la eliminación de SAO. Durante la discusión, los miembros del Comité tomaron nota de los antecedentes generales y resumen de los proyectos y solicitaron que la segunda fase de la evaluación considerase los desafíos que señalaba el informe de síntesis. Durante la discusión del anteproyecto de programa de trabajo de supervisión y evaluación para el año 2019<sup>3</sup> se destacó la importancia de considerar la dimensión de sustentabilidad en la segunda fase de la evaluación de los proyectos piloto, por lo que se estimó útil reunir más antecedentes sobre el papel de la prevención de desechos; por ejemplo, a través del reciclaje de SAO, materia especialmente importante en países del artículo 5 que generan cantidades menores de desechos, y las políticas públicas necesarias para contar con sistemas de recuperación, reciclaje y regeneración operativos y consolidados, en conjunto con las actividades de eliminación y destrucción de SAO. También debía explorarse la aplicación del concepto de responsabilidad ampliada del productor y su rol como soporte de la sustentabilidad comercial de la prevención y acopio de desechos, así como modalidades de ejecución de los proyectos. Dentro del contexto de la sustentabilidad, se aprobó la segunda fase de la evaluación en terreno con una muestra de cinco países (Colombia, Georgia, Ghana, México y Nigeria), debiendo presentarse un informe de síntesis a la 84ª reunión de conformidad con la decisión 82/10. Los términos de referencia de la segunda fase de la evaluación figuran en el Anexo I.

#### Objetivos y principales desafíos comprendidos en la evaluación

8. A partir de las conclusiones del estudio teórico en cuanto a las materias planteadas en los informes de diversos países y en el informe de síntesis presentado a la 82ª reunión<sup>4</sup>, la segunda fase de la evaluación se centró en la sostenibilidad de los resultados de los proyectos de eliminación y destrucción de SAO y en el aporte de las actividades de recuperación y reciclaje. Se evaluó además si la capacidad de destrucción observada durante el proyecto podía plasmarse en un modelo sostenible, y si este objetivo encuentra apoyo en el marco jurídico y reglamentario y en el componente de sensibilización pública. Se

---

<sup>1</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/10.

<sup>2</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

<sup>3</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/13/Rev.1.

<sup>4</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

enfaticó la importancia de los mecanismos de prevención de desechos y de promover el compromiso y la responsabilidad de los actores involucrados.

9. La evaluación analizó las limitaciones de dicho modelo, los motivos de ello y su impacto en la productividad y rentabilidad de la destrucción de SAO. Examinó además las razones de los retrasos y resumió las experiencias recogidas durante la ejecución de los proyectos.

#### Alcances y metodología de la evaluación

10. La muestra de países se escogió en base a los siguientes criterios: región, organismo de ejecución, lugar de destrucción (país o extranjero) y resultados de los proyectos. Los países y proyectos en cuestión se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Países seleccionados para evaluación en terreno de proyectos de eliminación y destrucción de SAO**

País/organismo de ejecución	Enfoque del proyecto	Aprobado en la Reunión	Duración (meses)
Colombia/PNUD	Destrucción en el país con acreditación de tres plantas de incineración para destrucción de SAO	66 <sup>a</sup>	36
Georgia/PNUD	Exportación junto con contaminantes orgánicos persistentes (COP) para desarrollar un protocolo a implementar en otros países de bajo consumo	69 <sup>a</sup>	24
Ghana/PNUD	Exportación a país no acogido al artículo 5 para generar fondos de carbono	62 <sup>a</sup>	36
México/ONUDI/Francia	Transporte de desechos a punto centralizado en México y luego a los Estados Unidos de América	63 <sup>a</sup>	24
Nigeria/ONUDI	Transporte a punto centralizado para almacenamiento previo a la exportación	67 <sup>a</sup>	24

11. Se contrató a un equipo de consultores que visitó los países seleccionados para reunir antecedentes sobre la ejecución y resultados de los proyectos piloto. Utilizando métodos cualitativos, los consultores recogieron información a través de fuentes documentales, de entrevistas con diversos actores, y de observación directa en las instalaciones de los proyectos. La veracidad de los datos obtenidos se cotejó con otras fuentes de información relevantes a través del método de la triangulación.

12. Cada visita técnica generó un informe país que se presentó a la Secretaría y a las correspondientes oficinas nacionales del ozono (ONO) a fin de recibir sus observaciones. El presente informe sintetiza las conclusiones extractadas de los cinco informes y las experiencias recogidas en cada país.

### **Conclusiones de la evaluación**

#### Diseño de los proyectos

13. La estructura y contenidos de las propuestas de proyecto se ajustaron a lo estipulado en las pautas aprobadas por el Comité Ejecutivo,<sup>5</sup> en tanto que las visitas evaluativas aportaron los antecedentes adicionales que se mencionan a continuación.

14. Los tiempos necesarios para la preparación de los proyectos se resumen en el Cuadro 2.

<sup>5</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/19/Rev.1.

**Cuadro 2. Cronograma de la preparación de proyectos piloto**

País	Reunión / Fecha de aprobación		Plazo (meses)
	Financiamiento preparatorio	Presentación del proyecto	
Colombia	59ª / noviembre de 2009	66ª / abril de 2012	29
Georgia	64ª / julio de 2011	69ª / abril de 2013	21
Ghana	57ª / abril de 2009	62ª / diciembre de 2010	20
México	57ª / abril de 2009	63ª / abril de 2011	24
Nigeria	60ª / abril de 2010	67ª / julio de 2012	27

15. Según muestra el Cuadro 2, la preparación de los proyectos tomó entre 20 y 29 meses (lapso mayor al normal de 12 meses para la preparación de un proyecto principal). Esto se debió a la necesidad de inventariar los depósitos de desechos de SAO y de generar sinergias con otras iniciativas de gestión de desechos peligrosos y cambio climático.

16. Los principales factores que incidieron en el diseño de los proyectos fueron la decisión 58/19 y sus parámetros específicos, en particular la condición de no financiar el acopio de desechos de SAO. Por ende, los proyectos se diseñaron para dar cuenta de las SAO previamente acopiadas y de los montos adicionales que se estimaba posible recibir de proyectos implementados y financiados en paralelo por otras fuentes (Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)).

17. En Colombia y Ghana, se diseñaron proyectos para la destrucción a nivel local de desechos de SAO por incineración en horno rotativo y arco de plasma, respectivamente. Los otros tres proyectos se diseñaron con el objetivo de exportar los desechos de SAO a plantas acreditadas de incineración a alta temperatura en países no acogidos al artículo 5.

18. En Colombia, el proyecto se diseñó originalmente para ejecución en paralelo con un proyecto de gestión de acopios de bifenilos policlorados (BPC) financiado por el FMAM. Esta propuesta fue rechazada, dado que la destrucción conjunta de estos desechos generaría un exceso de cloro que podría dañar el horno rotativo. Asimismo, los tiempos que exigía el implementar los aspectos de destrucción demostrativa y luego transitar hacia un sistema sustentable y autofinanciado de responsabilidad ampliada del productor fueron mayores a lo esperado, lo que llevó a aplazar el proyecto hasta junio de 2019 (decisión 79/18(c)(ii)).

19. En Georgia, durante la etapa preparatoria se estudió la posibilidad de destruir las SAO en plantas de cemento. Sin embargo, el estudio mostró que los propietarios de los hornos de cemento no estaban dispuestos a optimizar los equipos de control de emisiones e introducir mecanismos complementarios de suministro de desechos por temor a efectos negativos sobre la producción de cemento y por la inversión de capital que ello requeriría.

20. En el caso de Ghana hubo que modificar el enfoque del proyecto original, dado que en la etapa preparatoria se comprobó que la exportación resultaba más económica que la propuesta de destrucción dentro del país. Pese a ello, el gobierno ghanés estaba interesado en ser el precursor de la destrucción de SAO en la región, por lo que solicitó al organismo de ejecución mantener la propuesta original de usar tecnología de arco de plasma. Este método se estimó impracticable, por lo que el plan originalmente aprobado se modificó a fin de establecer un centro de acopio desde donde los desechos de SAO se enviarían a una planta de incineración a alta temperatura en el extranjero.

21. Durante la ejecución de los proyectos fue preciso efectuar modificaciones adicionales debido a fuertes discrepancias entre el volumen de SAO estimado para destrucción en la etapa preparatoria y lo efectivamente recolectado. Al ser dicho volumen menor, la creación de un centro de acopio se hizo

económicamente inviable. En el caso de Nigeria, la falta de financiamiento del FMAM y la no disponibilidad de los créditos de carbono que se pensaba utilizar como medio de financiamiento adicional para el proyecto de recambio de electrodomésticos hizo imposible recoger el volumen de desechos de SAO que se estimaba generaría dicho proyecto.

22. En México, la ejecución debió posponerse respecto de lo originalmente proyectado tras la decisión<sup>6</sup> del Comité Ejecutivo de restringir la comercialización de créditos de carbono, lo que obligó a restringir el alcance y los objetivos del proyecto. No obstante, el propósito central era demostrar su factibilidad legal y técnica, lográndose mantener el fortalecimiento de capacidades y la prueba de posibles métodos de financiamiento para la eliminación de SAO.

#### Eliminación de SAO: Políticas y normas coadyuvantes

23. En Ghana y México, países cuyos proyectos piloto contemplaban la exportación de desechos de SAO para incineración a alta temperatura, ya contaban con un marco jurídico de control al momento de gestarse los proyectos, por lo que no fue necesario modificar la norma. El marco existente autoriza el transporte de desechos de SAO en sinergia con otros proyectos, lo que permitió combinarlos con otros desechos peligrosos (pentaclorofenol y plaguicidas obsoletos). Ambos países son signatarios de la Convención de Basilea, de modo que no hubo trabas legales para el transporte a plantas acreditadas de incineración a alta temperatura con la respectiva autorización de los países receptores.

24. En Colombia y Nigeria fue necesario modificar la norma nacional a fin de agregar los desechos de SAO a los autorizados para incineración a alta temperatura. También se legislaron las normas legales y técnicas para establecer plantas de destrucción de SAO, entre ellos los requisitos para un sistema de control del suministro conectado a los sistemas de control de emisiones y de operación de los hornos rotativos. Dado que en Colombia la adopción de las nuevas normas demoró más de lo proyectado, sólo se ha logrado destruir un volumen menor de SAO durante quemas de prueba efectuadas en un horno rotativo. Al momento de la visita en terreno la autorización de las autoridades medioambientales para la destrucción en régimen seguía pendiente.

25. Al inicio de los proyectos piloto, ninguno de los cinco países contaba con un marco jurídico para la gestión y reciclaje de desechos eléctricos y electrónicos. En Colombia, Ghana, México y Nigeria se inició un trabajo en tal sentido en paralelo con la ejecución de los proyectos, habiéndose logrado ya ciertas metas. En el país restante, la elaboración de normas sobre desechos eléctricos y electrónicos conducentes a la gestión y eliminación de desechos de SAO comenzó más tarde y se encuentra en curso.

26. Iniciado en 2013, el sistema colombiano de responsabilidad ampliada del productor ha evolucionado hasta el punto de pasar de la etapa piloto voluntaria a la implementación gradual de un sistema obligatorio. La iniciativa está respaldada por medidas legislativas y regulatorias e incentivos económicos tales como la reducción del IVA y franquicias para el recambio de equipos. La ONO de Colombia coordinó el desarrollo del sistema dentro del marco regulatorio y político de un programa de gestión integral de desechos eléctricos y electrónicos.

27. En el caso de Nigeria, en 2016 se promulgaron normas sobre el ozono que disponen la destrucción obligatoria de desechos, entregan pautas para la operación de plantas de destrucción – incluyendo emisiones máximas– y extienden la responsabilidad por equipos dados de baja a productores y

---

<sup>6</sup> Decisión 63/28 b) ii): “Toda comercialización de créditos por reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se generen con este proyecto o en relación con el mismo estará sujeta a la decisión del Comité Ejecutivo”.

proveedores. También se han dispuesto normas de responsabilidad ampliada del productor en los sectores eléctrico y electrónico.

28. Un factor común en los cinco países fue que las políticas de eliminación y destrucción de desechos de SAO se ajustaron rigurosamente a las normas internacionales (Unión Europea), adaptadas a las condiciones locales.

#### Estrategias de acopio de desechos de SAO

29. Los desechos provienen de programas de eficiencia energética en artefactos eléctricos, de la confiscación aduanera de SAO ilícitas, de iniciativas de responsabilidad ampliada del productor y de la ejecución de proyectos de eliminación de SAO (a través de planes nacionales de eliminación y planes de gestión para la eliminación de HCFC (PGEH)). En los cinco países existe una red nacional de recuperación y reciclaje de refrigerantes creada previamente por proyectos financiados por el Fondo. El número de centros de recuperación y reciclaje oscila entre dos en Georgia y catorce en México. En cuatro de estos países los desechos de SAO utilizados en los proyectos piloto se acopiaron por medio de redes nacionales. Ghana fue el único país que no contaba con centros de recuperación y reciclaje operativos, por lo que los desechos fueron recolectados por dos talleres privados de servicio y desarme. Cabe mencionar que aunque se esperaba recolectar siete toneladas de desechos, sólo se recolectaron 406 kg provenientes del proyecto del FMAM y de refrigeradores confiscados en aduanas.

30. A partir del término del programa de eliminación de CFC, los centros de recuperación empezaron a interesarse en el reciclaje de refrigerantes debido a la rápida adopción de refrigerantes alternativos por los usuarios finales y a que la escasez de CFC vírgenes hizo crecer la demanda por CFC reciclados. Esto provocó que en los centros de recuperación se empezaran a acumular desechos de SAO no aptos para reciclaje y/o regeneración debido a una excesiva contaminación causada por el uso en equipos obsoletos y, en ciertos casos, por malas prácticas de mantenimiento.

31. México, país donde una de las principales fuentes de desechos de SAO es el programa de recambio de electrodomésticos, aplicó un método de acopio regional parcialmente descentralizado. En México existe más de un centenar de depósitos que derivaron sus desechos de SAO a una red nacional de catorce centros de recuperación y reciclaje.

32. El volumen total de recolección de desechos de SAO contemplado en los proyectos se calculó en base a los desechos de SAO almacenados provisoriamente en distintos puntos de cada país, según inventarios realizados unos dos años antes de la aprobación e inicio de los proyectos.

33. El Cuadro 3 resume el tipo y volumen de desechos de SAO recogidos y estimados al inicio, así como los volúmenes efectivamente destruidos en el marco de los cinco proyectos piloto.

**Cuadro 3. Tipo y volumen total de desechos de SAO contemplados en los proyectos piloto**

<b>País</b>	<b>Tipo de desechos de SAO</b>	<b>Volúmenes previstos (toneladas)</b>	<b>Cantidad destruida (tm)</b>
Colombia	CFC-11 y CFC-12	11 recogidas +103 estimadas	15,1 (incineración local a alta temperatura)
Georgia	Diversos CFC y HCFC	2,13 recogidas	1,47 (exportación)
Ghana	CFC-12	1,8 recogidas + 13 estimadas	1,2 + 1,0 (exportación)
México	Diversos CFC y HCFC	119,7 recogidas + 47 estimadas	74,1 (arco de plasma de argón) 39,1 (horno de cemento)
Nigeria	CFC-12	66,5 recogidas + 17,5 estimadas	1,5 (horno rotativo local)

34. La ejecución de los proyectos mostró que la estimación de depósitos de SAO obtenida a través de inventarios nacionales no era fidedigna, encontrándose grandes discrepancias entre los volúmenes inventariados y considerados en las propuestas de proyecto y lo efectivamente disponible para eliminación. Aparte de inventarios imprecisos, las discrepancias se explican por la falta de estanques de contención del tamaño adecuado, el mal estado de los cilindros de gas disponibles y la mala gestión de los depósitos de SAO, lo que en su conjunto provocó que los gases acopiados se descargaran a la atmósfera.

35. La mayor divergencia entre volúmenes previstos y efectivos de desechos de SAO se observó en Nigeria, donde el inventario inicial fue de 84 tm de CFC-12 y el volumen real de apenas 1.5 tm. La discrepancia se atribuyó a que 40 tm de halones se reportaron equivocadamente como CFC-12 y a pérdidas por fugas o descarga a la atmósfera del volumen recolectado.

36. Además, el volumen de desechos de SAO generado durante la ejecución de los proyectos fue también menor a la estimación previa debido a una baja captación desde las operaciones de recuperación y reciclaje en curso y durante la primera etapa de los programas de eficiencia energética. La presunción inicial era que la gran mayoría de los desechos generados serían CFC-12 y CFC-11 en concentrados extractados de refrigerantes o desechos de espuma. Sin embargo, la experiencia demostró que la mayoría de los refrigerantes captados en los sistemas de responsabilidad ampliada del productor fueron HFC-134a que se volvieron a usar a través de los procedimientos de regeneración de refrigerantes.

#### Transporte y almacenamiento de desechos de SAO

37. Los países participantes en el proyecto utilizaron distintas estrategias para el transporte y almacenamiento de desechos de SAO. En Georgia y Nigeria, esto consistió simplemente en acopiar temporalmente los desechos recolectados en grandes centros de recuperación y reciclaje, como etapa previa al inicio de las actividades de eliminación final. En Georgia se contrató a la asociación local de refrigeración para hacerse cargo del transporte y concentración de desechos de SAO y prepararlos para su envío al extranjero.

38. En Ghana, el acopio y almacenamiento de refrigerantes se hizo en el marco del programa de incentivos y descuentos para el recambio de refrigeradores, estableciéndose como centro nacional de acopio una planta de desarme donde se reunieron los aparatos en desuso y se les extrajo el refrigerante. Este sistema, sin embargo, fue de corta duración. Tras producirse el cierre forzoso del centro nacional de acopio, el equipo de trabajo debió establecer un punto temporal de trasiego y exportación de SAO al interior del centro de excelencia nacional en refrigeración y climatización financiado por el PGEH.

39. En México, los depósitos de SAO estaban repartidos en centros de recambio de electrodomésticos, almacenes aduaneros, plantas farmacéuticas y puntos de recuperación y reciclaje. A fin de dar cumplimiento a las normas y disposiciones sobre manejo, transporte y eliminación de estos materiales, los depósitos de SAO se consolidaron en contenedores en puntos determinados para ser manejados por un prestador autorizado. Este método facilitó la logística de transporte y almacenamiento y el control de la destrucción de los desechos de SAO.

40. En los proyectos evaluados, el transporte de desechos desde los puntos de acopio a plantas de almacenamiento central estuvo a cargo de operadores locales autorizados de conformidad con las condiciones y requisitos establecidos en las normas nacionales de movimiento de desechos peligrosos. En Ghana y Nigeria, los refrigerantes acopiados fueron enviados a puntos de acopio central en cilindros desechables. Aunque una pequeña parte de las SAO recolectadas se trasegó a cilindros reutilizables, la mayoría se mantuvo en cilindros desechables. Todos los cilindros, tanto reutilizables como desechables, se transportaron hasta la planta nacional de eliminación. Todo el transporte de desechos de SAO se hizo dentro del país y no estuvo sujeto a lo dispuesto en la Convención de Basilea.

41. El transporte de los desechos acumulados a plantas de destrucción en el extranjero estuvo a cargo de contratistas internacionales licitados por los organismos de ejecución. Se subcontrató además a operadores locales de desechos peligrosos para colaborar en la preparación de los desechos para su transporte transfronterizo, en particular su transferencia a contenedores ISO recargables y la obtención de permisos de exportación de desechos según lo dispuesto en la Convención de Basilea.

#### Estrategias para la destrucción definitiva de SAO

42. En Colombia se hizo una detallada evaluación técnica de tres empresas con horno rotativo y una con horno de cemento. Esta última declinó participar, seleccionándose por tanto a la empresa con horno rotativo más calificada. La adjudicada efectuó quemas de prueba en tres etapas a fin de optimizar el suministro de desechos y calibrar los sistemas de control de emisiones.

43. Las quemas de prueba fueron un aspecto clave del proyecto, dado que sirvieron de base para la elaboración de protocolos de destrucción de SAO y como apoyo a los esfuerzos de otras plantas del país por cumplir con las normas internacionales. Los resultados permitieron además elaborar especificaciones para la modificación de hornos rotativos.

44. A diferencia de la destrucción local de SAO prevista para Colombia y Ghana, el diseño de los otros tres proyectos contempló el despacho a una planta autorizada en el extranjero. En un momento de la preparación y/o ejecución de sus respectivos proyectos, los equipos de trabajo de Georgia, México y Nigeria debieron evaluar las opciones de destrucción existentes en el país, lo que finalmente llevó a estos dos últimos países a variar los planes y opciones de destrucción nacional originalmente escogidas.

45. En el caso de México, al iniciarse los preparativos del proyecto no existían en el país plantas capaces de destruir SAO. Al hacerse una licitación internacional para el envío de los desechos a una planta especial de eliminación en los Estados Unidos de América, quedó de manifiesto que se habían subestimado los costos de flete y que el presupuesto tampoco había considerado a cabalidad los costos de consolidar y concentrar los desechos acopiados en el depósito central, de los seguros ambientales y del cumplimiento de los requisitos relativos al movimiento transfronterizo de desechos peligrosos.

46. Una segunda licitación internacional atrajo una oferta de una empresa mexicana que venía de recibir un permiso para incineración de desechos de SAO utilizando la avanzada tecnología Plascon que utiliza arco de plasma de argón. Esta propuesta fue sometida a una detallada evaluación técnica, tras lo cual se adjudicó a esta empresa la destrucción de la primera partida de desechos de SAO.

47. En 2015 una cementera mexicana fue autorizada para coincinerar SAO en el horno de cemento de una de sus plantas. Sobre la base de otra licitación internacional, el organismo de ejecución adjudicó la destrucción en horno de cemento de la segunda partida de desechos de SAO a esta empresa. Dado que el precio total del servicio superaba lo previsto en el presupuesto, se solicitó al contratista reducir el precio por kilo de SAO. La empresa manifestó no estar en condiciones de hacerlo, ante lo cual se optó por reducir el volumen de desechos de SAO destinados a coincineración.

48. Dado que Nigeria no contaba con una planta autorizada para destruir SAO, la opción original fue despachar los desechos para su eliminación en una planta internacionalmente acreditada. Sin embargo, la discrepancia entre los volúmenes estimados y los efectivamente acopiados –mucho menores a lo previsto– hizo que este método fuese económicamente inviable. En vista de ello, representantes del gobierno y del organismo de ejecución inspeccionaron cuatro plantas de eliminación de desechos peligrosos del país e invitaron a dos de ellas a ofertar la eliminación de desechos de SAO según lo contemplado en el proyecto.

49. La empresa seleccionada para prestar los servicios de destrucción de SAO en Nigeria tenía una reconocida trayectoria en materia de gestión de desechos peligrosos para empresas multinacionales y experiencia concreta en manejo de desechos de SAO, desde la etapa de acopio hasta su reciclaje. Tras modificar la planta con recursos propios, la empresa fue acreditada para la destrucción de SAO por el Ministerio del Medio Ambiente y solicitará otro tanto a la Unión Europea en un futuro próximo.

50. Durante la etapa preparatoria, el equipo a cargo del proyecto en Georgia comprobó que, aparte de hornos de cemento, el país no contaba con plantas especiales con las capacidades y medios técnicos para eliminar desechos de SAO. Sin embargo, la industria del cemento declinó participar en el proyecto, principalmente debido al bajo volumen de desechos de SAO y a los altos costos de capital que exigiría equipar los hornos con los medios técnicos para eliminar desechos de SAO y controlar las emisiones. La exportación quedó así como la única opción factible, procediéndose a realizar una licitación internacional para el transporte a una planta de incineración a alta temperatura en Francia.

51. La exportación de desechos de SAO desde Georgia la realizó un experimentado contratista internacional, con estricto apego a lo previsto en la Convención de Basilea. Las SAO consolidadas se dispusieron en contenedores ISO expresamente adquiridos a este fin, y todas las actividades (reembalaje, transporte, destrucción) estuvieron respaldadas por la documentación, los seguros obligatorios y los permisos de tránsito necesarios y por los certificados de aceptación de desechos por parte de la planta receptora.

52. La exportación de desechos desde Ghana a una planta de eliminación en Polonia se vio afectada por el cierre forzoso del centro nacional de acopio de SAO. Tras ello, los materiales de desecho (CFC-12) fueron recogidos y trasladados a un punto de acopio ubicado en el centro de capacitación técnica de Accra. Si bien parte de las SAO fueron trasegadas a cilindros de reciclaje, la mayoría se envasó en cilindros desechables. Ambos tipos de cilindros fueron transportados al puerto de Tema para su exportación. Veolia, la empresa transportista, aceptó ambos tipos de cilindros para exportación a su planta en Polonia (cabe destacar que la Convención de Basilea no excluye específicamente el transporte de cilindros desechables reutilizados).

#### Supervisión y verificación del proceso de destrucción

53. Los proyectos piloto adoptaron dos distintas estrategias de supervisión y verificación. En Georgia y Ghana, países que enviaron sus desechos a destrucción en el extranjero, la verificación del volumen de SAO efectivamente destruido se hizo por medio de certificados de eliminación especialmente extendidos por las plantas respectivas a la empresa de gestión de desechos que colaboró en el traslado, los que luego se entregaron a las autoridades nacionales y a los organismos de ejecución.

54. Colombia, México y Nigeria, países que optaron por la destrucción local de desechos, utilizaron estrategias de diversa complejidad. En Nigeria se optó por un método relativamente simple, consistente en un comprobante extendido por la planta al término de la destrucción de los desechos de SAO. En Colombia, la norma nacional exigía la utilización de un sistema de supervisión y registro, por lo que el proyecto piloto incorporó las características de dicho sistema a fin de garantizar la trazabilidad de los desechos de SAO y de que la destrucción fuese verificada por un auditor independiente.

55. En México se utilizó un sistema polivalente de supervisión, registro y verificación que contemplaba una serie de actividades de comprobación del volumen de desechos de SAO destruidos y del cumplimiento de las normas ambientales y de seguridad. El sistema comprendía un detallado seguimiento y registro de información sobre el volumen y las especificaciones de los desechos de SAO a destruir y sobre su transporte desde el punto de generación hasta las plantas de destrucción. El sistema permite a las plantas entregar detalles sobre los resultados de la destrucción y que las autoridades puedan verificar y

validar los antecedentes y extender certificados de destrucción como prueba definitiva de la eliminación de las SAO.

#### Asistencia técnica y capacitación

56. Al inicio de los cinco proyectos piloto, los organismos de ejecución organizaron en cada país talleres de fortalecimiento de capacidades y sensibilización en que participaron todos los actores involucrados en preparar los desechos de SAO para su destrucción, entre ellos la ONO, organismos gubernamentales a cargo de desechos peligrosos, la asociación nacional de refrigeración y climatización, y las empresas del sector. Los talleres entregaron a los participantes una clara visión de los motivos del proyecto, del papel de los distintos actores y de los requisitos para el correcto manejo, acopio, transporte, concentración y almacenamiento de desechos de SAO. El taller hecho en Ghana permitió desarrollar tres guías metodológicas que luego se imprimieron y distribuyeron a los correspondientes actores.

57. Durante la ejecución de los proyectos se realizaron también talleres específicos de capacitación e información en distintos formatos para diversos públicos, entre ellos funcionarios de gobierno, técnicos en refrigeración y climatización, personal de las empresas de transporte de desechos y trabajadores de los puntos de acopio. Estas actividades se hicieron en general en sinergia con proyectos paralelos financiados por el FMAM y por agencias de cooperación (p. ej., de Alemania).

58. En Ghana el taller fue parte de la capacitación de técnicos en refrigeración y climatización en procedimientos de desarme de electrodomésticos y recuperación de refrigerantes, personal que luego fue asignado a trabajar en dos nuevas plantas de desarme. Por su parte, el programa de eficiencia energética del FMAM organizó seminarios para más de 300 dependientes de comercios adheridos al programa de subsidios para la compra de refrigeradores. Los participantes se capacitaron en el correcto manejo y entrega de electrodomésticos y en las condiciones para la aceptación de equipos en desuso como parte del programa.

59. En México se hizo en 14 escuelas técnicas un exhaustivo programa de capacitación sobre análisis y detección de SAO, métodos de recuperación, buenas prácticas de manejo y el impacto ambiental de las SAO. Se capacitaron unas 360 personas, entre ellos técnicos de los centros de acopio, recuperación y reciclaje de equipos y representantes del programa nacional de recambio de electrodomésticos. Según informes, las actividades de capacitación del programa de recuperación y reciclaje permitieron más que duplicar la recuperación de SAO contenidos en electrodomésticos, lo que a su vez se tradujo en el acopio de 35 toneladas adicionales de refrigerante para su eliminación. También se capacitaron más de 100 inspectores ambientales y unos 40 funcionarios aduaneros.

60. Los proyectos entregaron además asistencia técnica y legal a los centros de recuperación y reciclaje y a las empresas de destrucción. En Colombia, la ONO entregó apoyo técnico al proceso de revisión de la norma jurídica y a otras acciones relativas a la gestión de equipos eléctricos y electrónicos. Para apoyar la supervisión del proceso de destrucción, se contrató además a un consultor internacional especializado en destrucción de refrigerantes y gestión de desechos eléctricos y electrónicos.

61. Como parte de su labor en el proyecto piloto, la asociación nacional de refrigeración de Georgia recibió financiamiento para calibrar el cromatógrafo de gases del centro de recuperación y reciclaje, facilitando así el análisis de laboratorio de los desechos de SAO como parte de los preparativos para su reembalaje y despacho.

### Aspectos financieros

62. Además de demostrar el uso práctico de las mejores técnicas y prácticas ambientales disponibles para eliminación de desechos de SAO, los proyectos buscaban explorar distintas opciones de financiamiento y cofinanciamiento. La experiencia adquirida entregó valiosas conclusiones sobre la factibilidad y sustentabilidad de los diversos modelos de negocio aplicados.

63. El financiamiento aportado por el Fondo Multilateral parece haber bastado para sufragar las actividades previstas salvo en el caso de México, donde la planificación financiera no dio adecuada cuenta de los costos involucrados en consolidar y concentrar los desechos de SAO en un punto central, contratar seguros ambientales y cumplir con las normas relativas al movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. Esto hizo que el presupuesto no lograra cubrir el costo de exportar los desechos de SAO recolectados a una planta acreditada de eliminación en los Estados Unidos de América.

64. Los proyectos en Ghana y México originalmente contemplaban el cofinanciamiento a través de la venta de créditos en los mercados voluntarios del carbono, y proponían ampliar la iniciativa sobre la base de los créditos de carbono generados por la destrucción de SAO. Sin embargo, como se señala en el párrafo sobre diseño de los proyectos, la decisión 63/28 sometió la comercialización de créditos por reducción de emisiones de GEI generadas por el proyecto o en relación con éste a la decisión del Comité, por lo que se debió modificar el proyecto original a fin de considerar otras opciones de cofinanciamiento.

65. En el caso de Ghana, se hizo un uso limitado de los mercados voluntarios del carbono. Después de la exportación a granel de desechos de SAO con fondos del proyecto, quedó aproximadamente 1 tonelada de refrigerantes de desecho bajo la custodia de la planta central de almacenamiento de SAO. Con un permiso de importación extendido por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, estos desechos se exportaron sin costo para el proyecto a través del mecanismo de los mercados voluntarios del carbono. El uso piloto de este método de financiamiento demostró el interés del sector privado en seguir explorando el potencial de los fondos de carbono.

66. Los ministerios sectoriales de los cinco países hicieron aportes financieros sustitutivos referidos principalmente a la preparación o modificación del marco jurídico necesario para el acopio, concentración y eliminación de desechos de SAO. En los proyectos de Colombia, México y Nigeria se recibió financiamiento paralelo equivalente a lo aportado por el Fondo por parte de los respectivos programas nacionales de recambio de equipos de refrigeración y climatización.

67. El proyecto en México obtuvo un importante cofinanciamiento de parte de generadores de SAO que sufragaron el transporte de desechos desde la fuente de origen a la planta de eliminación. Esto se logró con la colaboración de los principales actores del proyecto, entre ellos el gobierno, los generadores de SAO y los prestadores de servicios, y permitió financiar la destrucción de un volumen mayor de desechos de SAO. Se demostró además la factibilidad de obtener cofinanciamiento por medio de actividades de desguace de materiales y que las iniciativas de reciclaje implementadas por los centros de recuperación y reciclaje entregan a estas empresas un aporte económico clave. En síntesis, se demostró que este método potencia los beneficios ambientales generales del proyecto.

68. En Colombia se obtuvo un importante nivel de cofinanciamiento en colaboración con el sistema nacional de responsabilidad ampliada del productor. Este sistema, parte de una iniciativa nacional de gestión integral de desechos eléctricos y electrónicos, permitió establecer un sistema formal de acopio de desechos que se sumó a las acciones de recuperación y reciclaje realizadas a través del PGEH. Aportaron cofinanciamiento todos los actores del proceso de acopio, transporte y destrucción de desechos de SAO: los generadores costearon el transporte a los centros de acopio; los recolectores autorizados adquirieron estanques adicionales, identificadores de refrigerantes y la maquinaria de recuperación necesaria para el

acopio y concentración de desechos de SAO; los centros de recuperación y reciclaje aportaron la cromatografía de gases que permitió caracterizar los refrigerantes previo a las quemas de prueba, y la planta de eliminación solventó parte de los costos de modificar el horno rotativo y de mano de obra del personal que realiza las operaciones de destrucción.

69. En Georgia, el proyecto piloto se diseñó para coordinarse con las actividades de un proyecto del FMAM/PNUD sobre eliminación de plaguicidas COP. Esta expectativa se cumplió a plenitud, lográndose compartir los costos de varias actividades, entre ellas la revisión de los marcos legislativos relativos a la gestión de desechos peligrosos, la ejecución conjunta de una licitación para la eliminación combinada de desechos de COP y SAO, la notificación conjunta de exportación de desechos a los organismos de gobierno y los costos logísticos y de gestión para el manejo de desechos combinados por parte de una empresa internacional de gestión de desechos.

70. En el caso de Georgia se pudo potenciar la relación costo-beneficio del proyecto a través de dividir las responsabilidades entre el contratista internacional, quien gestionó las operaciones de exportación de desechos de SAO y su destrucción en el extranjero, y la asociación local de refrigeración y climatización, la que preparó los desechos de SAO para su exportación.

71. Aparte de eliminar fuentes concentradas de refrigerantes de desecho, dos de los proyectos sometieron a prueba la posibilidad de eliminar fuentes diluidas de SAO de tipo químico, en concreto espumas de poliuretano a base de CFC-11 y HCFC-141b. En Colombia, por ejemplo, se determinó que la relación costo-beneficio de la destrucción de CFC-11 y CFC-12 sería menor a la mitad del tope establecido en la decisión 58/19, pero también que la relación costo-beneficio de destruir espumas de poliuretano sería cercana a cuatro veces mayor que el tope máximo, y por consiguiente, que la destrucción local no sería factible dentro del actual marco de responsabilidad ampliada del productor.

72. En el caso de Ghana, también se estimó inviable exportar desechos de espuma de poliuretano para su destrucción. El aislamiento de espuma de poliuretano y los plásticos recogidos de los refrigeradores desarmados no podían enviarse para destrucción en Polonia y Estados Unidos de América, respectivamente, por lo que la acumulación de espuma generó un problema para el desguace de equipos de refrigeración y climatización en desuso. El país está actualmente en busca de opciones que garanticen la eliminación ecológica de los desechos de espuma de poliuretano conforme al Protocolo de Montreal.

### Comunicación y difusión

73. Los proyectos piloto implementaron diversas estrategias para comunicar y difundir sus logros y resultados. Dado que el presupuesto otorgaba partidas limitadas para estas actividades, algunas se financiaron con fondos de fortalecimiento institucional. La comunicación externa sobre los proyectos y sus resultados también se logró a través de ponencias presentadas en las reuniones de la Red Regional del Ozono.

74. En Colombia, el Ministerio del Medio Ambiente y el Gobierno de Alemania hicieron una publicación conjunta exponiendo las etapas de la correcta gestión de productos con refrigerantes dados de baja. Esta publicación fue dirigida a las empresas participantes en el programa de responsabilidad ampliada del productor y a las autoridades ambientales locales y regionales.

75. En Georgia, el PNUD efectuó campañas de sensibilización pública, elaboró estrategias y planes de acción comunicacionales y aportó a la creación de sitios web para la ONO y la asociación nacional de refrigeración y climatización. La página electrónica de la ONO posteriormente se fusionó con la de un nuevo Centro de Información y Educación Ambiental. El proyecto además ofreció a los medios de

comunicación dos talleres sobre los desafíos y logros del proyecto y un taller de sensibilización sobre materias relativas a la capa de ozono que fue transmitido por radio y medios electrónicos.

76. Con el fin de difundir los resultados, desafíos y experiencias en otros países, el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, en cooperación con el PNUMA, invitó a representantes de once países de la región a realizar una visita técnica a las plantas de destrucción. Con el auspicio del proyecto se produjeron además tres videos sobre manejo y destrucción de desechos de SAO. En conjunto con sus contrapartes chilenas, la ONO mexicana ha explorado la posibilidad de destruir desechos peligrosos de SAO generados en Chile.

77. En Ghana y Nigeria, la información sobre los proyectos se difundió a través de talleres dirigidos a distintos organismos de gobierno y de seminarios con participación del personal de comercios adheridos al programa de acopio y concentración de desechos de SAO.

#### Sustentabilidad y replicabilidad

78. En Colombia, el proyecto piloto se desarrolló dentro del marco general de políticas públicas que procuran dar un tratamiento integral a la gestión de desechos especiales o peligrosos y promueven la eficiencia energética y los compromisos del país en virtud del Protocolo de Montreal. En este marco, se dio prioridad a la gestión ecológica de SAO generados por iniciativas nacionales en el sector de refrigeración y climatización. El aporte del Fondo para demostrar la captación y destrucción de SAO dados de baja fue un importante aspecto que, junto con el programa nacional de responsabilidad ampliada del productor y el respaldo financiero bilateral en curso, debiesen garantizar la sustentabilidad.

79. El proyecto en Colombia demostró asimismo que, para que la captación efectiva de desechos de SAO guarde correspondencia con la estimación de depósitos disponibles para destrucción, se requieren un conjunto de factores y circunstancias habilitantes, entre ellas un fuerte compromiso político, un marco legislativo y regulatorio favorable, una institucionalidad sólida, instrumentos económicos y sensibilización pública. El Gobierno de Colombia, conocedor de estos factores, incentivó la evolución gradual de estas condiciones en paralelo con el proyecto de destrucción de SAO. Estas condiciones y factores habilitantes son complementarios al desarrollo y demostración de la capacidad tecnológica para la destrucción de SAO.

80. En Georgia, el proyecto piloto propuso un sistema para el acopio y destrucción sustentable de los desechos de SAO a reunir en el futuro. La propuesta se fundó en un estudio que abarcó la tasa de generación y acumulación de desechos de SAO, un análisis del marco regulatorio de gestión de estos desechos y la actual capacidad tecnológica de destrucción de los mismos, a nivel tanto nacional como internacional. El estudio, que fue entregado al Ministerio del Medio Ambiente, proponía tres alternativas para desarrollar la sustentabilidad económica del acopio y destrucción de desechos de SAO en el país. Sin embargo, el Gobierno no adoptó ninguna medida orientada a explorar estas propuestas.

81. La experiencia recogida en Ghana entrega otro ejemplo destacable sobre cómo garantizar la sustentabilidad de la destrucción de desechos de SAO. Hasta su cierre forzoso, el centro nacional de acopio parecía una instalación potencialmente sustentable que reunía en un mismo lugar el desarme de equipos eléctricos en desuso y las operaciones de recuperación y reciclaje de SAO. Esta modalidad generaba una fuente de ingresos adicionales por medio de la venta de materiales secundarios y demostró lo que los gobiernos y el sector privado pueden lograr en materia de sustentabilidad, evitando depender en demasía del apoyo externo. Más aún, el proyecto demostró el limitado potencial de los fondos de carbono en materia de destrucción de desechos de SAO.

82. En México, el proyecto piloto demostró la importancia de fortalecer el marco regulatorio nacional para incentivar a los centros de reciclaje a destinar parte de las ventas de chatarra a financiar la destrucción de desechos de SAO. El proyecto mostró además que la mayor disponibilidad de alternativas tecnológicas puede reducir significativamente el costo de destruir los desechos, y que el cofinanciamiento por parte de generadores de SAO permite reducir los costos del manejo y transporte de desechos dentro del país.

83. En Nigeria, la planta establecida en virtud del proyecto demostró la factibilidad de destruir desechos de SAO por incineración en horno rotativo en un país del artículo 5. El proyecto sentó además las bases para la futura destrucción nacional de desechos de SAO, prescindiendo de la necesidad de exportarlos. La planta de Nigeria cuenta con acreditación nacional y, para potenciar la sustentabilidad de sus operaciones, debiese solicitar acreditación internacional y ofrecer sus servicios a países vecinos del artículo 5.

#### Asuntos de género

84. El proyecto contó con una notable representación de la mujer, tanto a nivel de los organismos de ejecución (PNUD y ONUDI) como de los ministerios sectoriales de los países receptores. Debido al carácter de las operaciones, es tradicional que los técnicos en refrigeración y climatización sean varones. Sin embargo, en algunos de los proyectos evaluados se empiezan a advertir signos de cambio. En Colombia, el 50% de los participantes en un nuevo programa de capacitación para técnicos jóvenes fueron mujeres. En Georgia, recientemente se inscribieron las primeras dos mujeres en el programa de capacitación vocacional en refrigeración y climatización. En México, la mujer ocupa cargos relevantes en laboratorios y plantas de destrucción de SAO y uno de los centros de recuperación y reciclaje es de propiedad de una mujer. En Ghana, la empresa City Waste, propietaria del centro de acopio, está a cargo de una mujer y ha creado cerca de 500 puestos de empleo, muchos de ellos ocupados por mujeres.

### **CONCLUSIONES Y EXPERIENCIAS RECOGIDAS**

85. Los cinco proyectos piloto de eliminación y destrucción de desechos de SAO lograron el objetivo de probar la factibilidad de distintas opciones tecnológicas y logísticas y de escenarios de cofinanciamiento para las labores de acopio, concentración, eliminación y destrucción de desechos.

86. El Cuadro 4 resume los métodos de destrucción, la relación costo-beneficio y el volumen total de desechos de SAO efectivamente destruidos que señala el informe de síntesis sobre proyectos piloto de eliminación de SAO<sup>7</sup> y confirma el equipo de evaluación.

---

<sup>7</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

**Cuadro 4. Resumen de los resultados de proyectos piloto de destrucción de desechos de SAO**

País	Monto destruido (tm)	Método	Relación costo-beneficio (\$EUA / kg)
Colombia	15,1 <sup>a</sup>	Local - incineración a AT (horno rotativo)	5,98 - 6,20 <sup>b</sup>
Georgia	1,47	Exportación - incineración a AT (Francia)	5,99 <sup>c</sup>
Ghana	1,27	Exportación - incineración a AT (Polonia)	Sin datos <sup>d</sup>
	1,0	Exportación - incineración a AT (USA)	0,00 <sup>e</sup>
México	74,1	Local - arco de plasma de argón	9,20 <sup>f</sup>
	39,1	Local - incineración en horno de cemento	8,00 <sup>f</sup>
Nigeria	1,5	Local - incineración en horno rotativo	29,82 <sup>f</sup>

<sup>a</sup> Volumen total de refrigerantes SAO en estado líquido y gaseoso y espumas de poliuretano destruido en quemas de prueba en horno rotativo.

<sup>b</sup> Incluye únicamente el costo neto de destruir CFC-11 en estado líquido y CFC-12 en estado gaseoso.

<sup>c</sup> Incluye todos los costos de transporte marítimo y terrestre.

<sup>d</sup> No hay datos debido a que los desechos de SAO se eliminaron en conjunto con 5.2 tm de metilbromuro.

<sup>e</sup> Los costos de destrucción fueron cubiertos por créditos de carbono, sin costo para el proyecto.

<sup>f</sup> Incluye costos de manejo y transporte dentro del país.

87. Los proyectos evaluados dieron efectiva respuesta a la decisión XX/7 que requería al Comité Ejecutivo disponer proyectos piloto que abarcasen el acopio, transporte, almacenamiento y destrucción de SAO, dando prioridad inicial a depósitos con un alto potencial neto de calentamiento atmosférico.

88. El análisis de los informes de finalización elaborados por los equipos de trabajo muestra que los proyectos permitieron reducir las emisiones en un total de 665.711 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Este volumen se calculó en base a las cantidades y tipos de desechos de SAO efectivamente destruidos en los cinco proyectos, según se señala en el informe de síntesis sobre proyectos piloto de eliminación de SAO<sup>8</sup> y se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Beneficios ambientales globales de los cinco proyectos piloto**

País	Sustancia	PCA*	SAO eliminadas (tm)	Reducción en emisiones de GEI (Toneladas CO <sub>2</sub> -eq.)
Colombia	CFC-11	4.750	6,654	38.000
	CFC-12	10.900	6,00	65.400
<b>Subtotal</b>			<b>12,60</b>	<b>103.400</b>
Georgia	CFC-12	10.900	1,47	15.990
<b>Subtotal</b>			<b>1,47</b>	<b>15.990</b>
Ghana	CFC-12	10.900	2,27	24.765
<b>Subtotal</b>			<b>2,27</b>	<b>24.765</b>
México	CFC-11	4.750	24,70	117.325
	CFC-12	10.900	25,30	275.770
	CFC-114	10.000	0,50	5.000
	HCFC-22	1.810	40,10	72.581
	HCFC-141b	725	0,20	145

<sup>8</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

País	Sustancia	PCA*	SAO eliminadas (tm)	Reducción en emisiones de GEI (Toneladas CO <sub>2</sub> -eq.)
	HFC-134a	1.430	21,50	30.745
	R-407	2.107	0,90	1.896
Subtotal			113,20	503.462
Nigeria	CFC-12	10.900	1,50	18.094
<b>Subtotal</b>			<b>1,50</b>	<b>18.094</b>
<b>Total 5 proyectos</b>			<b>133,50</b>	<b>665.711</b>

\* Según el 4º Informe de Evaluación del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC).

89. Del análisis de los informes de ejecución de los proyectos y evaluación en terreno elaborados por los consultores internacionales independientes se desprenden las conclusiones y experiencias que se resumen a continuación.

#### Diseño de los proyectos

90. Los depósitos de desechos de SAO deben verificarse físicamente en terreno a fin de garantizar la exactitud de la información con que se preparen las futuras actividades. Los datos obtenidos por medio de cuestionarios, encuestas u otros métodos de comunicación remota no son confiables y no deben utilizarse como única base para la elaboración de propuestas de financiamiento.

91. Un insatisfactorio marco jurídico sobre descarga de refrigerantes a la atmósfera, agravado por la falta de contenedores adecuados para el correcto almacenamiento de refrigerantes de desecho, genera pérdidas importantes en los depósitos de desechos de SAO disponibles para destrucción. Además, los volúmenes disponibles para destrucción se pueden ver afectados por el prolongado desfase entre la presentación de las propuestas y la aprobación del financiamiento, afectando además la relación costo-beneficio de los proyectos aprobados.

92. Se comprobó que los proyectos que proponen destruir sustancias que agotan la capa de ozono en conjunto con contaminantes orgánicos persistentes y bifenilos policlorados son factibles solamente para exportación a plantas de incineración a alta temperatura. La destrucción en el país de desechos de SAO en hornos de cemento junto con otras sustancias peligrosas exigirá una completa optimización de las condiciones operativas y posiblemente nuevas inversiones de capital en las plantas de destrucción.

#### Políticas y normas de eliminación, recuperación y reciclaje de SAO

93. Potenciar la captación de SAO para su procesamiento ecológico a un nivel que eventualmente redunde en beneficios ambientales globales exigirá una aplicación más eficaz de las políticas y medidas regulatorias y el establecimiento de mecanismos tales como el sistema obligatorio de responsabilidad ampliada del productor. Más aún, aunque captar refrigerantes es un proceso relativamente simple, durante la etapa preparatoria de futuros proyectos se deberá evaluar exhaustivamente la infraestructura disponible.

94. La trazabilidad de los desechos de SAO se debe normalizar desde la generación hasta la destrucción; en la actualidad, las distintas etapas del ciclo están a cargo de los distintos actores de cada programa. Establecer un sistema de trazabilidad de los desechos exigirá fortalecer las capacidades institucionales de las autoridades ambientales a fin de potenciar sus labores de inspección, supervisión y fiscalización.

95. Se debe contar con políticas nacionales específicas que permitan garantizar el correcto almacenamiento de los depósitos de desechos de SAO, recomendándose en particular que se prohíba la reutilización de cilindros desechables para refrigerante. Esta práctica es altamente peligrosa y la prohíben todos los fabricantes y países no acogidos al artículo 5, y no debe permitirse en países del artículo 5.

#### Acopio de desechos de SAO y selección de la tecnología de destrucción

96. Si bien el uso temporal de cilindros no recargables para acopiar desechos de SAO podría considerarse como una práctica relativamente inocua, su transporte y almacenamiento sí tiene ciertos riesgos. El manejo incorrecto o uso indebido de cilindros no reutilizables puede redundar en responsabilidades legales, lesiones corporales y/o daños a la propiedad. Por ello, el financiamiento de futuras operaciones de destrucción de SAO (p. ej., como parte del PGEH) debe contemplar la adquisición de cilindros recargables autorizados y un método de supervisión y fiscalización que vele porque las SAO se almacenen y transporten de conformidad con normas y prácticas internacionales consagradas.

97. Tanto el programa colombiano de quemas de prueba como la destrucción en Nigeria de un volumen relativamente menor de desechos de SAO en una planta similar permitieron comprobar la factibilidad de destruir CFC por incineración a alta temperatura en horno rotativo. Cabe destacar que las quemas de prueba efectuadas en el marco de los proyectos destruyeron desechos de CFC por ser el refrigerante que más abundaba en los depósitos de SAO; para destruir refrigerantes a base de HCFC y HFC hará falta un nuevo proceso de pruebas. Es más, en la planta colombiana se advirtió que la productividad del proceso de eliminación es relativamente baja, por lo que el procesamiento de un mayor volumen de refrigerantes de desecho podría necesitar de un número mayor de plantas.

98. Al financiar únicamente la destrucción de desechos de SAO, los proyectos restringieron las opciones de los países receptores en cuanto a gestión de depósitos de SAO y selección de estrategias de eliminación. Por ende, sería útil que a futuro se considere financiar tanto el acopio como la destrucción de SAO y, en lugar de restringir el tipo de actividad, aplicar un umbral costo-beneficio que reduzca el costo total para los organismos aportantes, dando a los países mayor flexibilidad para diseñar proyectos más ajustados a su realidad.

99. En México, el proyecto demostró que la incineración en horno de cemento es un método económico de destrucción de SAO, pero que la inversión de capital en equipos de control de emisiones y monitoreo continuo sólo se justifica para flujos mayores de generación de desechos de SAO.

100. Los depósitos de SAO pueden contener cantidades importantes de mezclas de CFC con HCFC y HFC que no es posible separar. Por ende, contar con equipos avanzados de análisis de mezclas de SAO y capacitar en la identificación de refrigerantes es esencial para determinar el correcto manejo de las mezclas de refrigerantes y la tecnología más adecuada para su destrucción.

#### Sinergias con proyectos cofinanciados

101. Los proyectos financiados a través de distintos mecanismos (p. ej., el Fondo y el FMAM) pueden colaborar sólo a condición de que los ciclos de planificación y aprobación estén estrechamente alineados. En Georgia el proyecto se benefició del programa del FMAM sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP), pero estas sinergias podrían no ser fáciles de replicar debido a los tiempos relativamente mayores de preparación y aprobación que exigen los proyectos medianos y grandes del FMAM, sumado a que, en materias no contempladas en el Protocolo de Montreal (p. ej., gestión de desechos de SAO), el Fondo sólo puede ofrecer financiamiento por una vez. Por consiguiente, la replicabilidad en otros países dependerá de los proyectos COP que el FMAM esté implementando o proyecte implementar y de las posibilidades de sincronización con las opciones de financiamiento del Fondo.

102. La ejecución de los proyectos piloto permitió además entregar información relevante a los actores nacionales sobre el costo real de acopiar y transportar desechos de SAO a plantas de destrucción en el extranjero. Estos datos serán importantes a futuro, dado que se proyecta construir plantas regionales para la eliminación final de desechos de SAO generados en países de bajo consumo.

103. Además de dejar de manifiesto la factibilidad práctica y la lógica de trabajar junto con el FMAM, las actividades conjuntas podrían también facilitar la comunicación entre la jefatura de la oficina nacional del ozono y otros entes estatales a cargo de desechos peligrosos, permitiéndoles una participación más directa en materias relativas al manejo de las SAO.

104. La colaboración con las agencias de cooperación bilateral podría ser una forma complementaria de abordar los problemas detectados durante la ejecución de las actividades de destrucción de SAO. En el caso de Ghana, por ejemplo, la colaboración con un proyecto financiado por Alemania permitió adquirir una máquina de conminación de flujo transversal con sistema integral de absorción de agentes espumantes y almacenamiento de carbón activado, dispositivo que permitió procesar depósitos de espuma de poliuretano que de otra forma el proyecto del Fondo no podría haber considerado.

### **Recomendación**

105. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:

- 1) Tomar nota del informe final de la evaluación de proyectos piloto de demostración sobre la eliminación y destrucción de SAO recogido en el presente documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/11; y
- 2) Invitar a los organismos bilaterales y de ejecución a poner en práctica, cuando las circunstancias lo ameriten, las experiencias recogidas a partir de las conclusiones de la evaluación de los proyectos piloto de eliminación y destrucción de SAO.

## Annex I

### **TERMS OF REFERENCE FOR THE SECOND PHASE OF THE EVALUATION OF THE PILOT DEMONSTRATION PROJECTS ON ODS DISPOSAL AND DESTRUCTION IN CONJUNCTION WITH RECOVERY, RECYCLING AND RECLAMATION (RR&R) ACTIVITIES**

#### Evaluation objectives and main issues

1. Based on the findings of the desk study, on issues raised in the reports from various countries and on the synthesis report submitted at the 82<sup>nd</sup> meeting<sup>9</sup>, the evaluation will focus on the sustainability of the results of the ODS disposal and destruction projects implemented, as well as on the contribution of RR&R activities. It will inquire whether the destruction capability demonstrated through the pilot project can move to a sustainable model and on how this is sustained by a legal and regulatory framework and by a public awareness component. It will stress the need for waste prevention mechanisms and on enhancing the spirit of ownership and responsibility of the stakeholders.
2. The evaluation will analyse what were the limitations of such a model, the reasons of these and their impact on the productivity and cost effectiveness in destroying the ODS. Furthermore, it will analyse the reasons for delays and will summarize lessons learned from project implementation.
3. More specifically, the following issues will be addressed:

#### Project design

- (a) What were the changes made in the approach for the project as compared to its original approval, and the justification for these changes?
- (b) Describe the type and amount of ODS that was destroyed, how consistent it was with the approved proposal. If there are differences, what was the cause?
- (c) Was the project designed around an existing ODS destruction facility (i.e., rotary or cement kiln) in the country, or was the ODS waste proposed to be exported? What modifications were needed to make the ODS destruction facility equipped to meet the standard of 99.99 per cent DRE for ODS destruction?
- (d) Describe the existing framework for waste management in the country that facilitated project implementation and how it was it improved as a result of the project?
- (e) What was the impact of the existing recycling, recovery, and reclamation (RR&R), centres available in the country in the overall determination of ODS wastes in terms of the logistics for refrigerant collection? How many of these R&R centres were established under Multilateral Fund projects and how many are privately operated? What challenges exist for increasing recovery?

---

<sup>9</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

- (f) Where projects were originally designed to look at synergies with similar projects and initiatives, or projects dealing with other organic pollutants destruction, how was this collaboration designed (e.g., funded by the Green Energy Fund)? For other projects, which did not include this component, were considerations made during project implementation of looking at such synergies to meeting national obligations under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants?
- (g) How did the project integrate elements that ensured the quality (including type, purity, location and ownership) of the ODS waste that was to be destroyed?
- (h) Was the foreseen management and financial set-up in the approved project achieved in implementation? If not, why? How was the management of end-of-life ODS integrated into the countries' overall hazardous waste and/or refrigerant management system?

#### Policies and regulations related to ODS disposal and destruction and RR&R

4. According to the desk study and the subsequent synthesis report, changes were required in the existing national policy and regulatory infrastructure for the implementation of the ODS waste disposal projects. This primarily concerned the revision of the legal framework related to ODS waste management.

- (a) What type of changes were made the existing national policy and regulatory infrastructure to facilitate the implementation of the ODS destruction projects? Describe all changes, and the specific new regulations that resulted from the project. Likewise describe those that were required but not implemented and why. Was the project implemented as part of a larger national policy framework, which was part of an integrated approach to special and hazardous waste management?
- (a) Describe the regulations that were established during project implementation that mandated ODS and other waste collection efforts and standards such as the extended producer responsibility (EPR) or the waste electrical and electronic equipment (WEEE) recycling management programme and how these facilitated the implementation of the demonstration projects
- (b) In the case of exporting ODS for destruction, describe the changes required in the legal framework allowing or prohibiting such activity? What motivated the Government to decide to export waste instead of destroying it and what were the problems encountered? Was this decision in agreement with the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal? Was there any exemption for ODS export?
- (c) For those countries that lacked regulatory mechanisms requiring safe disposal and destruction of ODS waste at project inception, did the results from the pilot projects provide opportunities to introduce requirements for decommissioning ODS-containing refrigeration equipment, including obligations to dispose of such waste, and to put in place mandatory requirements for destroying ODS?

- (d) What Ministries were involved in the project implementation? Was there a synergy or network of coordination among the Ministries involved? Was there any training of their personnel on the harmful effect of ODS and the need for destruction, recycling/reclamation or export? Were there any legal limitations for any of the Ministries involved for facilitating the project?
- (e) How was the coherence among national policies on waste disposal and destruction, recovery, recycling and reclamation with existing regional regulations (e.g., European Union) and how has this facilitated the formulation of a disposal and destruction national legislation?

#### Approaches in collection, destruction and selection of technology

5. How was waste collected and aggregated? Was there an institutionalized collection system at the national and/or local level (collecting and dismantling end-of-life (EOL) electrical appliances including domestic and commercial refrigeration equipment, home appliance replacement and EPR programmes)? What was the role of recovery and recycling centres or of networks in collection?

6. The desk study found out that there were only two main approaches selected in the sample countries, namely domestic destruction through local facilities and export of the ODS waste abroad.

- (a) How was the identification and selection of destruction technology undertaken? Were there various options for destroying ODS waste considered? What was the process of validation of the technological, economic and environmental effectiveness of these?
- (b) Was there an existing technology that needed modification and if yes, which one? What were the challenges in adapting existing infrastructure (e.g., cement kilns, rotary kilns and chemical incinerators)? What was the participation of stakeholders in this process? Were there preliminary discussions with or monitoring of potential suppliers?
- (c) What was the result of the technology used for destruction in terms of *inter alia* emissions and cost-effectiveness?
- (d) What were the criteria for choosing the facilities included in the projects?
- (e) Was recycling or reclamation of ODS considered? If so, how?

#### Storage and transportation of ODS waste

7. What was the procedure to identify and select ODS waste storage facilities (e.g., existing recovery/reclamation/collection centres or other)? How was the assessment process carried out? Were there bidding mechanisms put in place and what were the challenges? How were these facilities equipped? (e.g., storage cylinders to allow aggregation of waste refrigerants at the national level).

8. How was the transportation of ODS waste organized? How did it contribute to the total cost of disposal and destruction? Was there appropriate equipment (e.g., iso-tanks) available?

9. Were the requirements of the Basel Convention applied during transboundary transportation of the waste?

Monitoring and verification of the destruction

- (a) How is the destruction of ODS waste properly accounted for? Were databases for data collection and storing created if yes, please describe? How were there monitoring plans devised? Were the database and monitoring process institutionalized and improved upon to sustain the subsequent ODS destruction activities?
- (b) Is it possible to trace dismantled ODS equipment, if so how?
- (c) When ODS were extracted from EOL equipment, did the model include recovery and recycling or disposal of residual materials? Was any cost or revenue generated from this? Is there a system of certificates provided to the enterprises from which ODS have been picked up?

Technical assistance and training

10. What were the needs in technical assistance, legal and institutional of various countries and how were these met? Was training of national experts, environmental audits of the facilities and environmental management plans provided? Where did the training take place? Who was trained and in which area? Was standard Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal documentation provided during the training?

11. How was the certification of servicing companies and technicians organized to ensure proper handling and collection of used refrigerants?

12. Were there and if yes, how were they organized, training workshops on aggregation of ODS stocks for destruction as well as for improvement of the recovery and recycling systems and what were the main challenges in identifying and attracting trainees?

Financial aspects

- (a) Was funding for the demonstration projects adequate? If not, which components (e.g., storage or transportation) were not adequately funded and why?
- (b) What specific opportunities were found for leveraging co-financing for a self-sustained ODS destruction system? What challenges were encountered in securing co-financing? What co-financing modalities were explored and which were successful? Are other modalities being explored, and if so, what are they?
- (c) What specific opportunities were found for leveraging co-financing for a self-sustained ODS destruction system? What challenges were encountered in securing co-financing? What co-financing modalities were successful and why?
- (d) What were the costs assessed in the project design? What were the costs after completion of the project, compared to those planned? If there were differences, what were the reasons

for these differences? How were costs affected relating to the implementation of policies and regulations in the country?

- (e) Did the business model established for ODS disposal/destruction include the following?
  - (i) Type of ODS included;
  - (ii) Expected amounts of ODS to be collected for a successful operation; and
  - (iii) Funding sources mobilized and included into the model (i.e., link to carbon credits in voluntary markets; national regulation incentives; suppliers co-financing for EOL collection of equipment, cost savings through cost-sharing with similar projects)?

#### Communication and dissemination

13. What were the communication mechanisms (e.g., workshops and seminars) and what were the challenges encountered? What were the national or regional communication platforms on ODS waste disposal (e.g., forums and conferences) to disseminate and promote information and lessons learned from successful experiences? Were there similar activities related to RR&R?

14. How was the coordination and communication among various actors in both disposal and destruction and RR&R areas been organized?

15. What has been the political and industrial response towards such projects and what consequences with regard to project implementation were observed?

#### Sustainability and replicability

16. What needs to be taken into account when designing a viable and sustainable business model for ODS disposal and destruction? How can a mechanism of waste prevention be implemented, what are its main elements and what are the main challenges to its implementation?

17. What changes need to be brought to the national and/or local policy and regulations framework to encourage waste prevention and effective collection, storage, transportation and destruction of existing ODS waste?

18. What are the measures implemented or that need to be implemented to promote the idea of ownership at the institutional level as well as to increase responsibility among refrigeration suppliers and distributors (e.g., EPR or other)? How can this be monitored?

19. Some LVC countries (i.e., Georgia and Nepal) implemented the project and came out with protocols, which could be implemented in other LVCs.

- (a) What is the feasibility of implementation of these models? What are the conditions needed for this protocols to be implemented in other countries and what are the potential challenges?
- (b) What were the solutions of self-funding for sustainability?

- (c) How did regional projects contribute to help the destruction of ODS?

Gender-related issues

20. Did training of national experts took gender issues into account in identifying potential trainees? What other gender-related issues have been observed during project implementation?

Scope, methodology and schedule of submission

21. A sample of countries was selected based on the following criteria: region, implementing agency, approach to destruction (local or export) and the results of the projects. The countries selected are:

- (a) Colombia (UNDP): Domestic destruction through certification of three incineration facilities for ODS destruction;
- (b) Georgia (UNDP): Co-disposal with POPs waste through export of these wastes to develop a protocol to be implemented in other LVC countries;
- (a) Ghana (UNDP): Export to an Article 2 country for carbon finance;
- (b) Mexico (UNIDO/France): Transportation of ODS waste to a centralized facility in Mexico and to the United States; and
- (c) Nigeria (UNIDO): Transportation to a centralized facility for storage before exporting.

22. A team of consultants will be recruited to visit the countries and collect information. In addition, they will read existing documentation, especially the desk study of the evaluation as well as the synthesis report on the pilot ODS disposal projects (document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21) presented at the 82<sup>nd</sup> meeting of the Executive Committee, and discuss with members of the Secretariat and the bilateral and implementing agencies, as needed.

23. Each visit will yield a country report and a synthesis report will summarize the findings and formulate lessons learned, which will be submitted to the 84<sup>th</sup> meeting. The reports will be shared with the bilateral and implementing agencies for comments.