



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



Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40
17 de abril de 2014

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Septuagésima segunda Reunión
Montreal, 12 – 16 de mayo de 2014

**RESEÑA DE LOS PROYECTOS APROBADOS DE DEMOSTRACIÓN DE HCFC Y OPCIONES
PARA VARIOS PROYECTOS ADICIONALES CON EL FIN DE DEMOSTRAR
TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS A LOS HCFC, INOCUAS PARA EL CLIMA Y DE ALTO
RENDIMIENTO ENERGÉTICO (DECISIÓN 71/51 A))**

Antecedentes

1. Por la Decisión XXV/5 se solicitó al Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral que tome en consideración la información proporcionada en el informe sobre información adicional sobre alternativas a las sustancias que agotan el ozono (SAO), preparado por el Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica (GETE), de conformidad con la Decisión XXIV/7¹ de la 24ª Reunión de las Partes, y otros informes conexos, a fin de analizar la conveniencia de considerar si la realización de nuevos proyectos de demostración para validar las alternativas y las tecnologías con bajo potencial de calentamiento atmosférico (PCA), conjuntamente con actividades adicionales para aprovechar al máximo los beneficios para el clima, ayudaría a las Partes que operan al amparo del artículo 5 a seguir reduciendo al mínimo el impacto ambiental de la eliminación de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

2. En el transcurso de las deliberaciones de la 71ª Reunión sobre este asunto, se mencionó que, tras consultarlo con los organismos bilaterales y de ejecución, a la Secretaría se le solicitaría que elaborara un documento de debate con miras a utilizar la información que se recoge en el documento mencionado en la decisión de las Partes para decidir si procede continuar ulteriormente y cómo hacerlo. Dicha Secretaría habría además de tener en cuenta los documentos UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1² (Partes IX y XII) y UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/56³, respecto de una serie de iniciativas conexas a la adopción de tecnologías alternativas a las SAO cuya introducción estuviera en curso o se hubieran ya

¹ Por la Decisión XXIV/7 se solicitó al Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica que preparara un informe con información actualizada sobre alternativas y tecnologías de varios sectores y lo presentara a la consideración de la 25ª Reunión de las Partes.

² Informes de situación y cumplimiento.

³ Documento de debate sobre cómo reducir al mínimo los efectos climáticos adversos de la eliminación de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de refrigeración.

introducido en varios países. En relación con esta deliberación, el Comité Ejecutivo solicitó a la Secretaría que preparara para la 72ª Reunión:

- a) Una reseña de los proyectos aprobados de demostración de HCFC, incluyendo los países y las regiones correspondientes, y las tecnologías seleccionadas;
- b) Un documento de debate, en consulta con los organismos bilaterales y de ejecución, sobre las posibles opciones para realizar varios proyectos adicionales destinados a demostrar tecnologías alternativas a los HCFC, inocuas para el clima y de alto rendimiento energético, inclusive tecnologías que no utilizan sustancias químicas, tomando en cuenta las deliberaciones durante la 71ª Reunión (Decisión 71/51 a)).

3. De conformidad con el apartado a) de la Decisión 71/51, la Secretaría ha preparado el presente documento. Éste se fundamenta en los informes de evaluación general y en los informes sobre la marcha de las actividades preparados por los organismos bilaterales y de ejecución sobre los proyectos de demostración de tecnologías alternativas a los HCFC para los sectores de fabricación de espumas y de equipos de refrigeración y de climatización, así como para el sector de disolventes. La Secretaría deliberó esta cuestión durante la reunión de coordinación entre organismos celebrada en Montreal del 11 al 13 de febrero de 2014. Posteriormente, la Secretaría mantuvo deliberaciones con algunos organismos bilaterales y de ejecución. Estos últimos facilitaron además información adicional, en algunos casos en forma de proyectos conceptuales, como se resume en el anexo I.

4. El documento de debate consta de las siguientes partes:

Parte I: Reseña de los proyectos aprobados de demostración de los HCFC

Parte II: Impacto de los proyectos de demostración de los HCFC en la penetración de las alternativas

Parte III: Opciones abiertas a otros proyectos adicionales que demuestren tecnologías alternativas a los HCFC, inocuas para el clima y de alto rendimiento energético

Parte IV: Conclusiones

Parte V: Recomendaciones

5. El documento de debate incluye también los siguientes anexos:

Anexo I: Información sobre proyectos adicionales o en curso para demostrar tecnologías alternativas a los HCFC, inocuas para el clima y de alto rendimiento energético, suministrada por los organismos de ejecución

Anexo II: Resumen de los resultados obtenidos hasta la fecha en los proyectos⁴ aprobados de demostración de los HCFC

Anexo III: Condiciones marco potenciales para los proyectos de demostración

⁴ Este anexo es una actualización del anexo V del documento Criterios para financiar la eliminación de los HCFC en el sector de consumo adoptados conforme a la Decisión 60/44) (UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/52).

Parte I. Reseña de los proyectos aprobados de demostración de los HCFC

Antecedentes

6. En el marco de las consideraciones de los costos pertinentes al respecto de la financiación de la eliminación de los HCFC, el Comité Ejecutivo decidió en su 55ª Reunión, entre otras cosas, invitar a los organismos bilaterales y de ejecución a preparar y presentar propuestas de proyectos para los usuarios de HCFC en el sector de espumas, incluyendo a los proveedores de sistemas y/o a los proveedores de productos químicos para el desarrollo, optimización y validación de sistemas de productos químicos para utilizarlos con agentes espumantes sin formulación de HCFC, así como en los subsectores de equipos de refrigeración y de climatización, de forma que el Comité Ejecutivo pudiera elegir de entre aquellos proyectos que mejor demostraron las tecnologías alternativas y facilitaron la recogida de datos precisos sobre el costo de capital adicional y los costos de explotación o ahorros, así como otros datos pertinentes a la aplicación de las tecnologías (Decisión 55/43).

7. De conformidad con la Decisión 55/43, el Comité Ejecutivo aprobó 14 proyectos de demostración, como se indica *infra* en el Cuadro 1. Los proyectos que siguen se aprobaron entre las Reuniones 56ª y 64ª del Comité Ejecutivo por un valor total que asciende a 17 864 172 \$EUA y una repercusión conexas de 57,73 toneladas PAO. En el anexo II del presente documento se recoge una breve reseña de los resultados de cada uno de estos proyectos hasta la fecha.

Cuadro 1. Proyectos de demostración de los HCFC aprobados por el Comité Ejecutivo

| Sectores/proyectos | Organismo | País | SAO | Tecnología alternativa | Informe final |
|---|---------------|----------|-----------|------------------------------|----------------------------------|
| Fabricación de espumas de poliuretano* | | | | | |
| Validación del formiato metílico como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano (PU) (BRA/FOA/56/DEM/285) | PNUD | Brasil | HCFC-141b | Formiato metílico | Dic. 2010 |
| Validación del formiato metílico en aplicaciones de fabricación de espumas de poliuretano (PU) micro celular (MEX/FOA/56/DEM/141) | PNUD | México | HCFC-141b | Formiato metílico | Dic. 2010 |
| Validación del metanol como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano (PU) (BRA/FOA/58/DEM/292) | PNUD | Brasil | HCFC-141b | Metanol | Abr. 2012 |
| Demostración de conversión de polioles premezclados con formulación de HCFC-141b a formulación de ciclopentano en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano (PU) en Guangdong Wanhua Rongwei Polyurethane Co. Ltd (CPR/FOA/59/DEM/491) | Banco Mundial | China | HCFC-141b | Ciclopentano premezclado | Previsto para nov. 2014 |
| Conversión del componente de fabricación de espumas de Jiangsu Huaiyin Huihuang Solar Co. Ltd. pasando de una formulación de HCFC-141b a una de ciclopentano (CPR/FOA/59/DEM/492) | Banco Mundial | China | HCFC-141b | Ciclopentano | Dic.-2012 |
| Validación del uso de CO ₂ ultracrítico en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano (PU) rociado (COL/FOA/60/DEM/75) | Japón/PNUD | Colombia | HCFC-141b | CO ₂ ultracrítico | Dic. 2013 |
| Validación/demostración de opciones de bajo costo para el consumo de los HC** como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano (PU) (EGY/FOA/58/DEM/100) | PNUD | Egipto | HCFC-141b | HC** | Terminado parcialmente abr. 2012 |

| Sectores/proyectos | Organismo | País | SAO | Tecnología alternativa | Informe final |
|---|------------|---------|--------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Fabricación de espumas de poliestireno extruido (XPS)*** | | | | | |
| Validación del consumo de HFO-1234ze como agente espumante en la fabricación de tableros de espumas de poliestireno extruido (XPS) (TUR/FOA/60/DEM/96) | PNUD | Turquía | HCFC-22 /HCFC-142b | HFO-1234ze | Jun. 2012 |
| Conversión de una tecnología formulada con HCFC-22/HCFC-142b a otra formulada con una combinación de agentes espumantes de CO ₂ /formiato metílico en la fabricación de espumas de poliestireno extruido (XPS) en Feininger (Nanjing) Energy Saving Technology Co. Ltd. (CPR/FOA/64/DEM/507) | PNUD | China | HCFC-22 /HCFC-142b | CO ₂ /formiato metílico | Previsto para nov. 2014 |
| Tratamientos industriales/alimentarios y fabricación de equipos de refrigeración de almacenamientos | | | | | |
| Conversión de una tecnología formulada con HCFC-22 a otra de amoníaco/CO ₂ en la fabricación de sistemas bietápicos de refrigeración para aplicaciones de congelación y almacenamiento en cámaras frías en Yantai Moon Group Co. Ltd. (CPR/REF/60/DEM/499) | PNUD | China | HCFC-22 | Amoníaco/CO ₂ | May. 2014 |
| Desarrollo de componentes de climatización | | | | | |
| Conversión de la fabricación de compresores de climatización de salas con formulación de HCFC-22 a la de propano en Guangdong Meizhi Co. (CPR/REF/61/DEM/502) | ONUDI | China | HCFC-22 | HC-290 | Dic. 2013 |
| Fabricación de equipos de climatización | | | | | |
| Conversión de una tecnología formulada con HCFC-22 a otra formulada con HFC-32 en la fabricación de enfriadores comerciales aire-aire/bombas de calor en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. (CPR/REF/60/DEM/498) | PNUD | China | HCFC-22 | HFC-32 | May. 2014 |
| Conversión de HCFC-22 a propano en Midea Room Air-conditioning Manufacturing Company (CPR/REF/61/DEM/503) | ONUDI | China | HCFC-22 | HC-290 | May. 2014 |
| Aplicaciones para disolventes | | | | | |
| Conversión de una tecnología formulada con HCFC-141b a otra formulada con isoparafinas y siloxanos (KC-6) para aplicaciones de limpieza en la fabricación de dispositivos médicos en Zhejiang Kindly Medical Devices Co. Ltd. (CPR/SOL/64/DEM/506, CPR/SOL/64/DEM/511) | Japón/PNUD | China | HCFC-141b | Isoparafinas / siloxanos (KC-6) | Previsto para nov. 2014 |

*PU: Poliuretano.

**HC: hidrocarburos.

***XPS: Poliuretano extruido.

8. El Cuadro 2 recoge una reseña de los proyectos de demostración aprobados, incluidas las tecnologías seleccionadas y la distribución geográfica.

Cuadro 2: Reseña de los proyectos de demostración de los HCFC aprobados

| Parámetros | Espumas PU | Espumas XPS | Refrigeración para almacenam. y tratamiento de alimentos | Compresor | Fabricación equipos climatización | Disolventes | Total |
|-------------------------------|---|--|--|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|------------|
| Nº de proyectos | 7 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 14 |
| Costo (\$EUA) | 4 072 904 | 2 138 300 | 3 964 458 | 1 875 000 | 5 255 843 | 557 667 | 17 864 172 |
| Impacto (tons. PAO) | 11,98 | 12,30 | 13,75 | N.C. | 16,60 | 3,10 | 57,73 |
| Tecnologías demostradas | Formiato metílico Metanol HC premezclados CO ₂ ultracrítico | HFO-1234ze CO ₂ /Formiato metílico | NH ₃ /CO ₂ | HC-290 | HC-290 HFC-32 | Isoparafinas / siloxanos (KC-6) | |
| Distribución regional* | | | | | | | |
| África | Egipto | | | | | | 1 |
| Asia y el Pacífico | China (2) | China | China | China | China (2) | China | 8 |
| Europa y Asia Central | | Turquía | | | | | 1 |
| América Latina y el Caribe | Brasil (2) Colombia México | | | | | | 4 |

*No se han ejecutado proyectos de demostración conforme a la Decisión 55/43 en países de bajo consumo.

Situación de la ejecución de los proyectos de demostración de los HCFC

9. De los 14 proyectos aprobados, hasta la fecha se han terminado siete y se ha presentado al Comité Ejecutivo un informe final; a la 72ª Reunión⁵ se han presentado tres informes; a la 73ª Reunión habrán de presentarse otros tres, quedando uno parcialmente terminado, cuya culminación está sujeta a un cambio en las actuales condiciones reinantes en el país (a saber, Egipto).

10. El tiempo medio para la terminación de los proyectos fue de 38 meses, habiéndose terminado el primero en diciembre de 2010 y los otros tres entre 2012 y 2014. Las razones principales para tan largo periodo de ejecución son: la firma de los documentos de proyecto; las demoras en el embarque de los equipos; la necesidad de optimizar el uso de las tecnologías para obtener un mejor desempeño; y la clasificación jerárquica de las prioridades de los proyectos conexos al cumplimiento en la que se les otorga preferencia sobre los proyectos de demostración. Hay muchos casos en los que los países que operan al amparo del artículo 5 no dispusieron de los resultados de los proyectos de demostración al no estar disponibles en las fechas en las que se formuló la etapa I de sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC. Sin embargo, con arreglo a la cláusula de flexibilidad incluida en sus Acuerdos con el Comité Ejecutivo, podrían considerar y tratar de conseguir cambios en las tecnologías seleccionadas allí donde pudiera ser pertinente.

⁵ Subproyectos de demostración para la conversión del consumo de HCFC-22 al de propano en la empresa Midea Room Air-Conditioner Manufacturer Company; proyecto de demostración de la tecnología formulada con HFC-32 en la fabricación de enfriadores comerciales aire-aire/bombas de calor de pequeño tamaño en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd., y proyecto de demostración para la conversión de la tecnología formulada con HCFC-22 a una formulada con amoníaco/CO₂ en la fabricación de sistemas biotépicos de refrigeración para aplicaciones de congelación y de almacenamiento en salas de frío en Yantai Moon Group Co. Ltd. (UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1).

11. Partiendo de esta experiencia, cabe dentro de lo posible que la terminación de un proyecto de demostración de tecnología en un plazo de 18 meses se una subestimación. Además, la fase de preparación añadiría un mínimo de seis meses.

Parte II. Impacto de los proyectos de demostración de los HCFC en la penetración de las alternativas

12. Sirviéndose de los proyectos de demostración, las tecnologías alternativas se han evaluado independientemente, analizándose para ello exhaustivamente sus desempeños y costos en el marco de las condiciones locales reinantes en los países que operan al amparo del artículo 5. Los resultados obtenidos de estos proyectos de demostración se han venido documentando en los informes finales presentados al Comité Ejecutivo, así como difundidos en los talleres en los que participaron representantes de gobiernos y sectores industriales de las regiones en las que las demostraciones tenían lugar.

13. Varias de las tecnologías demostradas han sido incorporadas a los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, como se indica en el Cuadro 3. Los ejemplo más prominentes, entre otros, son:

- a) El proyecto de demostración del consumo del formiato metílico en varias aplicaciones de espumas de poliuretano ha llevado a que esta tecnología se introduzca en 12 países que operan al amparo del artículo 5, operación en la que participaron más de 15 proveedores locales de sistemas y cientos de usuarios de refino y comercialización, alcanzándose un consumo acumulativo de aproximadamente 5 000 toneladas métricas (tm) de HCFC-141b. Hasta la fecha, el grado de penetración de otras tecnologías en el sector de fabricación de espumas ha sido bajo, si bien su consumo va incrementándose, como es el caso de los HC premezclados que consumirán los proveedores de sistemas de China, Egipto y México;
- b) El proyecto de demostración para los equipos de climatización de salas formulados con HC-290⁶ (propano) ha llevado al consumo de HC-290 como una importante alternativa al HCFC-22 en el plan sectorial de equipos fijos de climatización de salas de China, donde actualmente están en curso actividades de ejecución en nueve conversiones con un consumo acumulativo de 3 741 tm; además, tres fabricantes de compresores están actualmente efectuando la conversión a la tecnología de HC-290; y
- c) El proyecto de demostración de HFC-32⁷ ha resultado en la introducción de esta tecnología como alternativa para el HCFC-22 en el plan sectorial de equipos de climatización y refrigeración comercial e industrial (RCI) de China, donde están en curso las ejecuciones de las conversiones de seis empresas con un consumo acumulativo de aproximadamente 3 000 tm. Además, un fabricante de compresores está ejecutando la conversión a la tecnología HFC-32. Se prevé que un segundo fabricante de compresores y otros seis fabricantes de equipos se conviertan a la tecnología formulada con HFC-32 en un futuro. Indonesia ha seleccionado también la formulación con HFC-32, donde tres fabricantes de equipos de refrigeración y otros cinco de equipos de climatización, que consumen más de 550 tm de HCFC-22, están actualmente ejecutando la conversión a HFC-32; así como es el caso de Argelia (8,3 tm de HCFC-22); y el de Tailandia (1 036 tm de HCFC-22).

⁶ Subproyecto de demostración para la conversión de HCFC-22 a propano en Midea Room Air Conditioner Manufacturer Company, aprobado en la 61ª Reunión.

⁷ Proyecto de demostración para la conversión de la tecnología formulada con HCFC-22 a la formulada con HFC-32 en la fabricación de enfriadores comerciales aire-aire/bombas de calor en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd., aprobado en la 60ª Reunión.

Cuadro 3: Penetración de tecnologías demostradas

| Sector | Tecnología | Países con proyectos en curso para introducir la tecnología | Eliminación estimada del consumo de HCFC (tm) |
|-------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Espumas | Formiato metílico | Brasil, Bosnia y Herzegovina, Camerún, (la) República Dominicana, Egipto, Indonesia, Jamaica, México, Nigeria, El Salvador, Sudáfrica, Trinidad y Tobago | 5 000 |
| | Metanol | Brasil, México | 300 |
| | CO ₂ ultracrítico | Filipinas | 43 |
| | HC premezclados | China, Egipto y México | *n.d. |
| Refrigeración y climatización | Amoníaco/CO ₂ | China, Indonesia | *n.d. |
| | HC-290 | Armenia, China, Serbia | 3 741 |
| | HFC-32 | Argelia, Indonesia, Tailandia | 4 594 |
| Disolventes | Isoparafinas / siloxanos (KC-6) | China | *n.d. |

*No disponible aún.

14. Sea cual sea el resultado final de las evaluaciones de tecnologías, los proyectos de demostración, de conformidad con la Decisión 55/43, cumplieron con el mandato de demostrar tecnologías alternativas y facilitar la recogida de datos precisos sobre costos y aplicación de las tecnologías. No se canceló ninguno de los proyectos. Estos ofrecieron un incremento de los conocimientos técnicos en lo que respecta a las tecnologías alternativas, sus conceptos y planteamientos se describieron y justificaron concretamente en las propuestas iniciales, teniendo algunos de ellos vínculos con otras actividades o potencial de reproducirse un número significativo de actividades financiadas del mismo subsector; y se implantaron en empresas específicas ya identificadas y comprometidas para emprender la evaluación. En lo tocante a la planificación futura, y a fin de asegurar el uso eficaz de los fondos, es importante asegurar que proyectos similares cumplan como mínimo con todos estos parámetros.

15. Lo que sigue son algunos de los obstáculos encontrados para incrementar el grado de penetración de estas tecnologías en el sector de producción de espumas, a saber: falta de información por parte de los usuarios respecto de las formas de tener acceso a la tecnología y sobre sus costos conexos (es decir, las posibles licencias, honorarios por cánones o transferencia de tecnología que fueren necesarios); falta de conocimientos técnicos para aplicar las tecnologías por parte de muchos usuarios; falta de disponibilidad del agente espumante alternativo y de componentes compatibles en el mercado local; y elevados costos de explotación de algunas tecnologías alternativas. Además, la falta de proveedores locales de sistemas en varios de los países que operan al amparo del artículo 5, principalmente países de bajo consumo, dificulta la introducción de una tecnología viable que cumpla con los requisitos de disponibilidad, costo, desempeño, seguridad y medio ambiente, especialmente en el caso de las empresas PIME y de las aplicaciones de producción por rociado de espumas. El resultado es que varios de estos países han optado por posponer la conversión de las empresas productoras de espumas hasta que puedan obtenerse tales tecnologías.

16. En el caso de las tecnologías demostradas en los sectores de fabricación de equipos de refrigeración y climatización, una de las restricciones es que el uso de refrigerantes inflamables requiere la evaluación de los procedimientos seguidos para almacenamiento, servicio y mantenimiento y eliminación de los sistemas refrigeración y climatización que, por lo general, se definen en las

normas⁸. La falta de estándares sobre buenas prácticas en el uso de sustancias inflamables bloquea, de hecho, el acceso al mercado de los sistemas formulados con estas tecnologías. Este es también el caso de los países que operan al amparo del artículo 5 que no fabrican equipos de climatización, pero que han indicado en sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC que sí introducirían sistemas de refrigeración y climatización formulados con refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico (PCA) para sustituir a los sistemas formulados con HCFC-22. Los fabricantes solo podrían exportar equipos una vez estén vigentes en el país las normas pertinentes.

Otros proyectos

Proveedores de sistemas

17. El Fondo Multilateral aprobó también varios proyectos para asistir a los proveedores de sistemas a personalizar formulaciones mediante tecnologías alternativas nuevas y emergentes de bajo PCA (incluidos los tetrafluoropropeno (fuelóleo pesado – HFO), el formiato metílico y el metanol) a fin de abastecer a un gran número de usuarios de refino y comercialización, muchos de los que son PIMES.

18. La etapa I de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC para Brasil, China, Egipto, India, Irán (la República Islámica del), Malasia, México, Nigeria, Arabia Saudita, Sudáfrica y Tailandia ha incluido proyectos para ayudar a los proveedores de sistemas de propiedad local a introducir formulaciones alternativas de bajo PCA. Algunos de estos proyectos incluyen la asistencia directa a los usuarios locales de refino y comercialización, así como a otros países (por ejemplo, Costa Rica, El Salvador, Jamaica y Trinidad y Tobago), a fin de facilitar la transición a tecnologías alternativas. Por ejemplo, China suministrará hidrocarburos (HC) en forma de polioles premezclados, sirviéndose de proveedores de sistemas, para ayudar a las empresas que no puedan establecer estaciones de almacenamiento y de premezclado de HC por razones financieras, técnicas y de seguridad. En el caso de Malasia, hay cuatro proveedores de sistemas que han desarrollado y sometido a pruebas una formulación basada en el formiato metílico, mientras que dos de ellos han desarrollado también una formulación que se basa en el HFO-1233zd. En el caso de México, 10 proveedores locales de sistemas han desarrollado totalmente formulaciones que se basan en el formiato metílico (y algunos en el metanol y los HC premezclados), que se están sometiendo a ensayos de manos de los usuarios de refino y comercialización y poniéndolos en el mercado. En el caso de Sudáfrica, los seis primeros usuarios de refino y comercialización se han convertido al consumo de formiato metílico con el apoyo de sus proveedores de sistemas.

Fomento de refrigerantes de bajo PCA para los sectores de climatización en países de elevada temperatura ambiente de Asia Occidental

19. Este proyecto intenta demostrar tecnologías alternativas de bajo PCA para el sector de climatización en países de elevadas temperaturas ambiente, en los que los equipos de climatización constituyen más del 50 % de la demanda energética. El proyecto se ha concebido para abordar, entre otras cosas: retos conexos a la disponibilidad a largo plazo de refrigerantes de bajo PCA; cuestiones técnicas, incluidos los productos finales, los componentes, y los accesorios; evaluar las normas y códigos pertinentes sobre consumo energético eficiente; e identificar las oportunidades para facilitar la transferencia de tecnologías de bajo PCA.

20. A fin de abordar estas cuestiones se están construyendo 65 prototipos en asociación con siete fabricantes locales, una empresa mundial que fabrica localmente y siete proveedores de tecnología (Daikin, Honeywell, DuPont, Emerson, GMCC, y Highly), con el fin de medir el diferente potencial de las diversas tecnologías. Los fabricantes locales someterán a pruebas cuatro tipos diferentes de HFO, HFC-32 y HC en equipos de climatización de instalación en ventanas, equipos de funcionamiento

⁸ Esta cuestión se trató en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/18 de la Secretaría.

alternativo (frío/calor), equipos entubados y en dos bloques, equipos climatizadores monobloque. Se prevé que los prototipos estén listos para el tercer trimestre de 2014. El proyecto preparará también un estudio de tecnologías de climatización viables a largo plazo en la región, incluidos los sistemas de refrigeración urbana de edificios.

Sistemas de refrigeración urbana de edificios en Colombia y las Maldivas

21. Hay dos proyectos de refrigeración urbana de edificios en Colombia y en las Maldivas que son conexos a los planes de eliminación de SAO en estos países. El de Colombia se deriva del proyecto de demostración para la gestión integrada del subsector de refrigeración centrífuga, centrándose en la aplicación de tecnologías sin CFC de consumo energético eficiente para la sustitución de enfriadores formulados sin CFC que se aprobó en la 47ª Reunión. Se prevé que el proyecto genere como mínimo un 31 por ciento de ahorros energéticos, en comparación con los enfriadores centrífugos normales, y sirva para reducir aproximadamente el 35 por ciento de las emisiones de CO₂-equivalente anuales. El presupuesto del proyecto es de 13,4 millones de \$EUA, de los que 0,5 millones de \$EUA los facilitó el Fondo Multilateral. El proceso para desarrollar el proyecto específico de refrigeración urbana de edificios y asegurar la financiación conjunta llevó más de dos años, y se espera que hagan falta otros dos para su ejecución. En el anexo I se recoge una descripción de los proyectos.

22. El proyecto de refrigeración urbana de edificios de las Maldivas propone sustituir los equipos climatizadores formulados con hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) mediante tecnologías que no son de sustitución, incluidos los sistemas de absorción de vapor, sistemas de enfriamiento por aguas abismales, sistemas de mareas y demás sistemas de enfriamiento, en una configuración urbana/comunitaria de edificios. Pueden utilizar diversas fuentes energéticas (por ejemplo, calor residual, vapor, calor directo, electricidad) y son potencialmente más eficientes en su consumo energético y tiene una envolvente general de carbono más baja que las tecnologías de HFC. El estudio de viabilidad lo financia la Coalición para Clima y el Aire Limpio. Podrá encontrarse una información más pormenorizada en el anexo II.

Demonstración de tecnologías alternativas a los HCFC abordada en el sector de servicio y mantenimiento y de usuarios finales

23. Varios Planes de gestión de eliminación de los HCFC propuestos como parte de sus actividades en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, proyectos experimentales para demostrar y evaluar el desempeño de las tecnologías emergentes en sistemas de refrigeración y climatización (por ejemplo, Chile, Georgia, Kenya, México (etapa II), Turquía), para facilitar la producción de alternativas (por ejemplo, Nigeria), o para facilitar el desarrollo de normas de uso de tecnologías alternativas inflamables (Ghana, Georgia, Indonesia, Kenya, Kuwait, México (etapa II) y Omán). Por ejemplo:

- a) Chile incluyó en la etapa I de su Plan de gestión de eliminación de los HCFC un programa para demostrar tecnologías de bajo PCA y elevada eficacia en el consumo energético en el sector de grandes superficies, en el cual se consume el 45 por ciento de todo el HCFC-22 empleado para tareas de servicio y mantenimiento. El proyecto servirá de ayuda a varias grandes superficies, las cuales han sopesado ya invertir en estas conversiones, y atajar las cuestiones técnicas y de costos conexas a la falta de experiencia y disponibilidad de los componentes necesarios para implantar estas tecnologías;

- b) México ha propuesto, en la etapa II de su Plan de gestión de eliminación de los HCFC, la inclusión de un proyecto de demostración para distribuir 1 000 nuevos equipos de climatización por HC, a título experimental, a usuarios concretos que estén dispuestos a asistir al Gobierno a recolectar los datos necesarios sobre el consumo energético y el funcionamiento del sistema durante un periodo de 12 meses. Los datos sobre reducción de emisiones y desempeño energético se utilizarán para diversos fines;
- c) Nigeria incluyó en su Plan de gestión de eliminación de los HCFC un proyecto de demostración por el que se establecerá una instalación que suministrará HC de calidad como refrigerante de producción local, para demostrar la tecnología a los fabricantes de equipos de refrigeración comercial y facilitar su capacitación a fin de asegurar que los HC se consumen sin peligro alguno. Los trabajos de construcción de la instalación se han finalizado ya, el control de calidad del producto ya está asentado, se efectuó también una auditoría de la seguridad y la instalación se encuentra en una fase de prueba y ensayo con miras a la plena producción en 2014; y
- d) Turquía incluyó en su Plan de gestión de eliminación de los HCFC actividades para demostrar la conversión de los sistemas de refrigeración en las grandes superficies a tecnologías de PCA bajo (es decir, CO₂, amoníaco, HC) con objeto de lograr compromisos de grandes usuarios finales y así dejar de consumir HCFC-22.

Parte III. Opciones abiertas a otros proyectos adicionales que demuestren tecnologías alternativas a los HCFC, inocuas para el clima y de alto rendimiento energético

24. Partiendo del análisis de los 14 proyectos de demostración aprobados hasta la fecha y de la información que se recoge en el informe del Grupo de evaluación técnica y económica (GETE), de conformidad con la Decisión XXIV/7⁹, la Secretaría llegó a las siguientes observaciones:

Otros proyectos para demostrar tecnologías en el sector de producción de espumas

25. El informe del GETE sobre información adicional de las alternativas a las SAO clasificó las tecnologías alternativas en cinco grupos, a saber: tecnologías formuladas con hidrocarburos (HC); hidrofluorocarbonos (HFC) saturados; hidrocarburos oxigenados (HCO); hidrofluorocarbonos sin saturar (HFO); y CO₂.

26. El informe del GETE concluyó que las tecnologías formuladas con HC son las dominantes en todo el mundo, al haberse solventado varias de las cuestiones que planteaban; han sido optimizadas para tener un mayor desempeño térmico; y su funcionamiento está demostrado y pueden obtenerse comercialmente para las aplicaciones de espumas de poliuretano, excepto en las de rociado de espumas, en las que se no se considera seguro, y en las de forros integrales, en las que no es rentable para las PIMES. Algunas de las cuestiones que podrían impedir un mayor grado de penetración de los HC son su riesgo de inflamabilidad conexas al proceso de producción, la instalación y uso del producto, los elevados costos de capital de inversión en artículos de seguridad, los reglamentos locales sobre seguridad e higiene, los reglamentos reguladores sobre compuestos orgánicos volátiles y las cuestiones de gestión de desechos. El Comité Ejecutivo ha financiado proyectos para demostrar en los dos países que operan al amparo del artículo 5 el consumo de polioles premezclados formulados con ciclopentano en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano. Además, el Comité Ejecutivo ha aprobado un mayor número de proyectos en varios países que reemplazan los agentes espumantes para la producción de espumas formuladas con CFC-11 y HCFC-141b con una formulación de HC.

⁹ Informe del grupo de tareas del GETE sobre información adicional a las alternativas a las SAO, septiembre de 2013

27. Los HFO parecen ofrecer un desempeño a un nivel competitivo con una inversión mínima o sin inversión de capital. Como caso concreto, el HFO-1234ze se ve como una alternativa prometedora en el sector de fabricación de espumas de poliestireno extruido que trabaja con agentes espumantes gaseosos. Sin embargo, los costos y la disponibilidad global de los HFO, en general, es algo que sigue sin estar claro. El informe del GETE señala información de los fabricantes que apuntan a que los HFO podrían obtenerse comercialmente entre finales de 2013 y 2015, si bien asume que su disponibilidad quedaría limitada a aplicaciones específicas en países que no operen al amparo del artículo 5. Incluso en estos mercados se prevé que los HFO se mezclarán con otros agentes espumantes para obtener un mejor desempeño y/o reducir el incremento de los costos. El Comité Ejecutivo ya ha aprobado un proyecto experimental para demostrar el uso de HFO-1234ze como agente espumante en la fabricación de tableros de espuma de poliuretano extruido. También recibieron financiación varios proveedores de sistemas de una serie de países para desarrollar formulaciones que se basen en los HFO.

28. El informe del GETE describe al formiato metílico y al metanol como menos inflamables que los HC, aclarando que el significado de esas diferencias puede con frecuencia depender de los códigos de los productos locales y de los marcos regulatorios por los que se reglamenta a los fabricantes de espumas. Existe una tendencia en alza para consumirlos como componentes de mezclas personalizadas en las que pueden contribuir a los criterios generales sobre el desempeño. El Comité Ejecutivo aprobó tres proyectos destinados a demostrar el uso del formiato metílico y del metanol en la fabricación de al menos 15 aplicaciones espumas de poliuretano, y otro proyecto para demostrar el uso de una mezcla con contenido de CO₂ y de formiato metílico en la fabricación de espumas de poliestireno extruido. Desde aquellas fechas, varias empresas productoras de espumas emplazadas en una diversidad de países que operan al amparo del artículo 5 están introduciendo formulaciones que se basan en el formiato metílico y/o en el metanol.

29. Las tecnologías formuladas a base de CO₂ pueden obtenerse comercialmente, su PCA es bajo, no son inflamables y su costo adicional de capital en varias aplicaciones es bajo. Empero, su consumo en la producción de espumas de poliuretano se limita a solo algunas aplicaciones tales como los forros integrales por lo moderado de sus propiedades que aportan a las espumas en otros usos, incluidos su conductividad térmica, su alta densidad y su lento envejecimiento. En el caso del sector de espumas de poliestireno extruido, el CO₂ es la alternativa más rentable, si bien no podría utilizarse en todas las aplicaciones por las dificultades del proceso, los requisitos de conductividad térmica, los costos de la conversión, incluidas las restricciones de concesión de la licencia como consecuencia de las patentes, y la pérdida de flexibilidad en el tratamiento. El Comité Ejecutivo aprobó un proyecto para demostrar el consumo de CO₂ en estado ultracrítico en la fabricación de espumas de poliuretano por rociado, puesto que, en este estado, el CO₂ puede superar las principales limitaciones de la tecnología de CO₂, a saber: una estabilidad dimensional deficiente, adhesión a sustratos deficiente y elevada conductividad térmica.

30. El Cuadro 4, recogido del informe del GETE, resume las alternativas actuales y las emergentes a los HCFC en los sectores de fabricación de espumas de poliuretano (PU) y de polietileno extruido (XPS).

Cuadro 4. Alternativas actuales y emergentes en el sector productor de espumas*

| Sector | HCFC | HFC | HC | HCO | HFO | Formulado con CO ₂ |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|--|
| PU para útiles | HCFC-141b HCFC-22 | HFC-245fa (C) HFC-365mfc/227ea (C) | Ciclopentano (C) Ciclo-/iso-pentano (C) Opciones de bajo costo (D) | Formiato metílico (D) | HFO-1233zd (U) HFO-1336mzzm (U) AFA-1 (sin publicar) (U) | CO ₂ (agua) (C) |
| Planchas de PU | HCFC-141b | | n-pentano(C) ciclo/iso-pentano (C) Opciones de bajo costo (D) | Formiato metílico (D) | | CO ₂ (agua) (C) |
| Paneles de PU | HCFC-141b | | | Formiato metílico (D) | | CO ₂ (agua) (C) CO ₂ ultracrítico (D) |
| PU por rociado | HCFC-141b | | n-pentano (C) ciclo/iso-pentano (C) | Formiato metílico (D) | | CO ₂ (agua) (C) |
| PU in-situ/bloques | HCFC-141b | | | Formiato metílico (D) Metanol (D) | | CO ₂ (agua) (C) |
| Forros integrales de PU | HCFC-141b HCFC-22 | HFC-245fa (C) HFC-134a (C) | | Formiato metílico (D) Metanol (D) | CO ₂ (agua) (C) | |
| Planchas de XPS | HCFC-142b HCFC-22 | HFC-134a (C) HFC-152a (C) | | DME (C) | HFO-1234ze (U) | CO ₂ (C) CO ₂ /etanol (C) |
| Espumas fenólicas | HCFC-141b | HFC-245fa (C) HFC-365mfc/227ea(C) | n-pentano (C) ciclo/iso-pentano (C) | | HFO-1233zd (U) HFO-1336mzzm (U) AFA-1 (sin publicar) (U) | |

*Fuente: Informe del GETE de conformidad con la Decisión XXIV/7; C: en uso actualmente; D: demostrado; U: disponibilidad comercial

31. El debate sobre el consumo potencial de los HFO de bajo PCA sigue su curso. Varios países (por ejemplo, la India, Malasia y Arabia Saudita) han recibido asistencia, en el marco de sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC, para sus proveedores locales de sistemas a fin de desarrollar e introducir formulaciones con HFO. El PNUD presentó una nota conceptual a la Secretaría con miras a un posible proyecto de demostración destinado a investigar las mezclas de HFO con otros agentes espumantes (el anexo I recoge los pormenores). Sin embargo, no parece que los agentes espumantes formulados con HFO vayan a alcanzar la plena disponibilidad comercial antes de 2015, según el informe del Grupo de tareas del GETE. Lo que es más, la aceptación de esta tecnología en los diversos subsectores es actualmente incierta, puesto que las ventajas sobre otras tecnologías se han compensado con el supuesto incremento substancial del costo del agente espumante. Partiendo de aquí, no parece tener sentido en estos momentos esforzarse activamente por conseguir el desarrollo de los proyectos de demostración, si bien tales proyectos se considerarán cuando la tecnología pase a ser viable comercialmente.

Sector de equipos de refrigeración y climatización

Observaciones generales

32. Los equipos de refrigeración y climatización repercuten en el clima como consecuencia de las emisiones de sus refrigerantes durante su vida útil, así como por su consumo de energía, que por lo general ocasiona la liberación de CO₂, por ejemplo al quemarse combustible fósil para generar electricidad. Aunque en el presente documento se pueda facilitar la suficiente información sobre el tema de las alternativas inocuas al clima cuyos refrigerantes ejercen un impacto bajo sobre el mismo, no puede recoger una información pormenorizada sobre el consumo energético eficiente, puesto que la mejora de éste no se ha sopesado como costo adicional a los proyectos financiados por el Fondo Multilateral. Por lo general, las diversas tecnologías de refrigerantes presentan eficiencias en el consumo energético que son similares. Las diferencias entre diferentes conceptos son con frecuencia más pronunciadas, por ejemplo, los sistemas de refrigeración de gran envergadura tienden a ser capaces de alcanzar elevados grados de eficiencia en el consumo energético en comparación con sistemas de menor calibre.

33. El sector de equipos de refrigeración y de climatización se compone de un gran número de subsectores¹⁰. El informe del GETE sobre la información adicional a las alternativas de SAO aporta cinco categorías de tecnologías para generar enfriamiento: amoníaco, CO₂, HC, HFC de PCA medio y alto, y HFC de PCA bajo (que a menudo se citan como los HFO). Además de estas tecnologías, que pertenecen todas ellas al grupo de refrigerantes de ciclos frigoríficos por compresión de vapor, se han desarrollado un cierto número de otras; sin embargo, solo una ha llegado al nivel en el que pudieran contemplarse productos y/producción aceptables para el mercado. Esta tecnología es la de los sistemas de absorción de agua/bromuro de litio, en los que la energía se suministra mediante calor y no por electricidad y que se emplea en aplicaciones de climatización de envergadura media y gran envergadura; cada uno de estos sistemas se utiliza como alternativa al uso de uno o varios enfriadores centrífugos. Otras tecnologías, tal como las de funcionamiento por turboventilador de aire, refrigeración magnética, y las máquinas de motor Sterling, no han demostrado hasta la fecha ser capaces de sustituir en un futuro previsible a un volumen significativo de los HCFC-22 que se consumen actualmente.

34. Aunque la metodología seguida en el informe del GETE se centra en todas las aplicaciones de refrigeración y de climatización, en el contexto del presente documento de debate sólo se consideran aquellas tecnologías que, en general, usan actualmente HCFC. Los Cuadros 5 a 7, derivados del informe del GETE¹¹, resumen las actuales alternativas tecnológicas emergentes en los sectores de equipos de refrigeración y climatización.

Cuadro 5. Uso actual de alternativas en el sector de climatización*

| PCA | 0 | 1 | 3 – 5 | 4 | 490 | 716 |
|---|---------------------|-----------------------------|--------------------|---------|--------|--------|
| Sustancia | R-717 (amoníaco) | R-744 (CO ₂) | HC-290, HC-1270 | HC-600a | “L-41” | HFC-32 |
| Autónomo pequeño | | L | C [D] | | | L |
| Miniclimatizadores de funcionamiento alternativo (sin distribución) | | L | C, D | | L | C |
| Distribución múltiple | | L | | | L | L |
| Entubado y en dos bloques | | | | | | L |
| Entubado y en dos bloques, comercial y sin funcionamiento alternativo | | | L | | | L, D |
| Calentamiento por agua caliente a alta presión | C | C | C | C | | L |
| Calefacción de talleres a alta presión | C | L | C | L | | L, D |

*Fuente: Informe del GETE conforme a la Decisión XXIV/7. C: Uso comercial; L: Uso limitado; D: Proyectos de demostración del FML; [D] Resultados de proyecto de demostración del FML en subsector diferente de importancia potencial

Cuadro 6. Uso actual de alternativas en los subsectores de equipos enfriadores*

| PCA | 0 | 1 | 3 – 5 | 4 | 6 | 6 | 490 | 600 | 630 | 716 |
|-------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|------------|---------------|----------------|--------|--------|---------|--------|
| Sustancia | R-717 (amoníaco) | R-744 (CO ₂) | HC-290, HC-1270 | HFC-1234yf | HFC-1234ze(E) | HCFC-1233zd(E) | “L-41” | “N-13” | “XP-10” | HFC-32 |
| Volumétrico | C | C | C | L | L | | L | L | L | L, [D] |
| Centrífugo | | | L | L | L | L | | | | |

*Fuente: Informe del GETE conforme a la Decisión XXIV/7. C: Uso comercial; L: Uso limitado; D: Proyectos de demostración del FML; [D] Resultados de proyecto de demostración del FML en subsector diferente de importancia potencial

¹⁰ En lo tocante a la evaluación de la necesidad de proyectos de demostración, el informe del GETE sobre los avances logrados hace uso de una clasificación que es ligeramente diferente a la que, por lo general, sigue el Fondo Multilateral.

¹¹ La Secretaría eliminó del Cuadro recogido en el informe del GETE aquellas sustancias en las que no figurarían la “C” ni la “L” como categorías, para así obtener una reseña más clara.

Cuadro 7. Uso actual de alternativas en varios subsectores de equipos de refrigeración*

| PCA | | 0 | 1 | 3 – 5 | 4 | 4 | 630 | 1330 |
|--|------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|---------|------------|---------|--------|
| Sustancia | | R-717 (amoníaco) | R-744 (CO ₂) | HC-290, HC-1270 | HC-600a | HFC-1234yf | “XP-10” | “N-40” |
| Equipos de refrigeración comercial | Equipo autónomo | | C | C | C | L | | L |
| | Unidades condensadoras | | L | L | | | | L |
| | Sistemas centralizados | L | C | L | | | L | L |
| Refrigeración de vehículos de transporte | | | C | C | | | | |
| Refrigeración de gran envergadura | | C | C, D | L | | | | |

*Fuente: Informe del GETE conforme a la Decisión XXIV/7. C: Uso comercial; L: Uso limitado; D: Proyectos de demostración del FML; [D] Resultados de proyecto de demostración del FML en subsector diferente de importancia potencial

35. La Secretaría toma nota de que hay una serie de mezclas refrigerantes que se encuentran en fase de desarrollo, con frecuencia mezclando HFC de PCA medio o elevado con HFC de PCA bajo (HFO), lo que resulta en unos valores de PCA comprendidos entre 490 y 1 330, con mezclas inflamables cuyo PCA es inferior a 500. A día de hoy aún no se ha desarrollado un HFC de bajo PCA (HFO) que pueda sustituir directamente al HCFC-22, ni tampoco hay indicación alguna de que un HFC puro de PCA bajo (HFO) se esté desarrollando como sustituto del HCFC-22, ni tampoco para utilizarse en aplicaciones en las que éste sea el refrigerante de elección predominante.

Usuarios finales

36. La Secretaría toma nota de que las actividades que abordan directamente el tema de los usuarios finales, no han aportado en el pasado, casi sin excepción, ventajas tangibles más allá de las aportadas por los equipos individuales convertidos o comprados. La demanda de los usuarios finales que pudiera generarse mediante el apoyo del Fondo Multilateral es demasiado pequeña como para que los fabricantes tengan el incentivo para desarrollar nuevos productos formulados con refrigerantes alternativos. El consumo anual que estos proyectos eliminan es el del correspondiente al servicio y mantenimiento anual de cada equipo específico e individual, lo que, por lo general, es muy poco en comparación con los costos de los proyectos en cuestión.

37. Un tipo diferente de proyecto de usuario final abordaría el consumo de HCFC no directamente ligado a los equipos cargados con estos que pudieran convertirse. Por el contrario, podría utilizarse un tipo de equipo totalmente diferente. En este concepto pueden incluirse, por ejemplo, el uso de enfriadores y de enfriadores urbanos de edificios, que ofrecen la posibilidad de reducir las emisiones de refrigerantes, y la introducción de refrigerantes de bajo PCA. El Fondo Multilateral ha respaldado directamente en el pasado esfuerzos conexos en equipos de gran envergadura, especialmente en los casos de los proyectos de demostración de enfriadores, pero también mediante el Plan de gestión de eliminación de los HCFC en las Maldivas. Como parte de los proyectos de demostración de enfriadores, se respaldó una aplicación de enfriamiento urbano de edificios en Colombia, la cual sigue actualmente en funcionamiento. Sin embargo, la experiencia que arrojan los proyectos de los enfriadores también sugiere que este tipo de apoyo no es el adecuado para aportar una información sobre resultados a corto plazo que sirva ulteriormente al diseño de las actividades conexas a los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, como así se describe en varios documentos anteriores, por ejemplo, el doc. UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1 parte IX: Informe sobre la marcha de la ejecución de los proyectos de enfriadores. El apoyo prestado por el Fondo Multilateral fue, en el mejor de los casos, un componente modesto en el conjunto de la financiación total de los proyectos conexos. En aquellas fechas, el planteamiento que tenía más sentido era el de vigilar estrechamente y documentar la actividades ya en curso del Fondo Multilateral, y utilizarlas además para exhibir las ventajas de los sistemas secundarios de los enfriadores y del enfriamiento urbano de edificios. Si bien puede concebirse que los proyectos en el

sector de los usuarios finales, en general, y para reemplazar las instalaciones de enfriamiento de gran envergadura, en particular, podría tener sentido en algunos casos, la Secretaría no contempla en un futuro próximo la necesidad de un proyecto de demostración.

38. En respuesta al debate sobre proyectos de demostración en el marco de la reunión de coordinación entre organismos, la ONUDI ha presentado dos proyectos conceptuales relacionados con el sector de usuarios finales. Uno de los conceptos sugería un proyecto de demostración de tecnologías no convencionales en el ámbito de las aplicaciones de climatización central del sector de edificios de la región del Oriente Medio, y el otro, un proyecto de demostración para la retroadaptación de los enfriadores formulados con HCFC-22 para trabajar con HC-290 en el subsector de climatización de hoteles. En el anexo I se recoge una breve descripción de estos conceptos I.

Climatización

39. En el caso del sector de climatización se ha demostrado el uso de propano (HC-290) en los climatizadores pequeños de funcionamiento alternativo, lo que también podría aplicarse a los climatizadores autónomos pequeños, es decir, principalmente los climatizadores de instalación en ventana. Estos dos usos forman el mayor grupo de consumidores de HCFC en el sector. Como alternativa para los sistemas de climatización de calibre medio, la conversión y paso al HFC-32 fue tema de un proyecto de demostración, el cual también podría aplicarse a una gama de aplicaciones de climatización de calibre medio (por ejemplo, aplicaciones en equipos de climatización de distribución múltiple, de entubación en dos bloques, y autónomos pequeños). Los proyectos de demostración de climatización incluyeron además bombas de calor aire-aire. A la Secretaría no le consta que exista una demanda de proyectos sobre bombas de calor en otras aplicaciones de aire-aire, ni tampoco tiene la completa seguridad de que tales aplicaciones tuvieran el potencial de ejecutarse ampliamente en los países que operan al amparo del artículo 5. Los sistemas de bomba de calor formulados con amoníaco (para sistemas de gran envergadura) y por HC (sistemas pequeños) ya han sido comercializados.

40. En respuesta al debate sobre proyectos de demostración en la reunión de coordinación entre organismos y teniendo presente el historial de proyectos en curso del PNUMA/ONUUDI para fomentar los refrigerantes de bajo PCA en los sectores de climatización en países de elevadas temperaturas, la ONUDI presentó un proyecto conceptual conexas al sector de fabricación de equipos de climatización. En dicho documento se sigue un proyecto de demostración que trate de la tecnología HFO en el sector de fabricación de equipos de climatización en la zona del Golfo. El anexo I recoge una breve descripción de este concepto.

Enfriadores

41. En el caso del subsector de los enfriadores, a la Secretaría no le consta ninguna fabricación de enfriadores centrífugos emplazada en países que operen al amparo del artículo 5 en la que tuviera sentido un proyecto de conversión. No obstante, existe un gran número de fabricantes que producen enfriadores de agua de diferentes tipos y calibres que funcionan con compresores de tornillo sinfin. En función de dónde este emplazado el equipo, puede utilizarse amoníaco y HC, y se emplean ampliamente, (amoníaco se ha venido usando para equipos de gran capacidad en tales aplicaciones por espacio de más de 100 años). La Secretaría considera que no se necesitan proyectos de demostración en el sector de enfriadores para posibilitar la conversión una tecnología formulada con HC o amoníaco. Empero, sí puede tener sentido las actividades destinadas a desarrollar conceptos de seguridad para su aplicación en tales equipos, especialmente en zonas pobladas.

Grandes sistemas de refrigeración y refrigeración para vehículos de transporte

42. La sustitución de HCFC-22 en la refrigeración de gran envergadura ha quedado demostrada en el caso de un proyecto en el que se empleó CO₂ y amoníaco. No parece desprenderse que en este sector hagan falta más proyectos de demostración. En el caso del subsector de refrigeración para vehículos de transporte, la Secretaría toma nota de que no se ha presentado proyecto alguno de conversión y que en los Planes de gestión de eliminación de los HCFC no se enumeran empresas fabriles del sector. Además, parece ser que este subsector introduce refrigerantes inflamables de PCA bajo solo en las etapas posteriores, como consecuencia de la mayor complejidad de la situación de los equipos de refrigeración para el transporte. Al no ser patente quiénes podrían beneficiarse, no parece tener mucho sentido acometer proyectos de demostración en el subsector de refrigeración de vehículos de transporte. Todo proyecto o actividad que pudiera llegar a presentarse se consideraría caso a caso, sin que forzosamente se considerara como proyecto de demostración.

Equipos de refrigeración comercial

43. La Secretaría toma nota de que, prácticamente, no se han presentado al Fondo Multilateral proyectos que traten del consumo de HCFC en la fabricación de sistemas de refrigeración comercial; lo que es más, los Planes de gestión de eliminación de los HCFC aprobados hasta el momento no han incluido una lista de tales empresas. Parece ser que los fabricantes de equipos de refrigeración comercial que se carguen en sus propias instalaciones, tal como es el caso de los equipos autónomos, utilizan HFC-134a o HFC-404A como refrigerante, pero no los HCFC. Parece ser también que hay una considerable cantidad de HCFC-22 que se consume en sistemas que se cargan in situ, tal como es el caso de las grandes superficies y los equipos de condensación. Sin embargo, puestos que los componentes de los sistemas de las grandes superficies y los equipos de condensación no se cargan en las instalaciones de sus fabricantes, las empresas en cuestión no efectúan consumo alguno durante la fabricación. El Comité Ejecutivo podría considerar un proyecto de este tipo de forma similar a un proyecto de demostración para convertir a un fabricante de compresores. Empero, a día de hoy, a la Secretaría no le consta ningún plan para tal proyecto, y los intercambios con los organismos bilaterales y de ejecución, en los que se debatió el potencial para tales proyectos, no han resultado en ningún ejemplo concreto. Así pues, no se necesita acometer proyectos de demostración en el subsector comercial. Todo proyecto o actividad que pudiera llegar a presentarse se consideraría caso a caso, sin que forzosamente se considerara como proyecto de demostración.

Sector de servicio y mantenimiento

44. Cabe la posibilidad de que tenga sentido incluir también actividades del sector de servicio y mantenimiento en el ámbito de los posibles proyectos futuros. Si se considera la transición a refrigerantes de bajo PCA en la fabricación de equipos de refrigeración y climatización, el sector de servicio y mantenimiento tendrá, más tarde o más temprano, que someter a tales equipos a estas tareas. Además, incluso aunque se utilizara más ampliamente el sustituto más predominante del HCFC-22, es decir, el HFC-410A, cabe también dentro de lo posible que haga falta incrementar las pericias en el sector de servicio y mantenimiento con el fin de reducir a un mínimo las fugas de este refrigerante de elevado PCA que ocasiona el entorno de trabajo a alta presión. La Secretaría es de la opinión de que los cambios en las tareas de servicio y mantenimiento de los equipos refrigeración y climatización para que utilicen cualquiera de las soluciones de bajo PCA, los cuales son en su mayor parte inflamables y/o refrigerantes de entornos de funcionamiento a alta presión, exigen un considerable incremento de la capacitación en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, como el caso de la anterior transición para dejar de consumir CFC. La principal característica del reemplazo de los CFC fue la de tener características de manipulación casi idénticas a las del refrigerante original, lo que mantuvo las necesidades de capacitación a un nivel moderado. La capacitación tiene ahora que atajar diferentes cuestiones conexas con la seguridad, diligencia, responsabilidad civil y calidad de la mano de obra. Todo

ello dará lugar probablemente a nuevos planteamientos para el desarrollo de normas; adopción y ejecución de normas; desarrollo de buenas prácticas; desarrollo de materiales de capacitación e impartición de cursos; y la necesidad de disponer de equipos de capacitación adecuados y suficientes, una considerable actualización de los medios y capacidades de las escuelas de formación profesional y la posibilidad de tener que explicar no solamente teoría sino también disponer de personas formadas en tareas prácticas. La Secretaría considera que la experiencia adquirida en la ejecución de los actuales Planes de gestión de eliminación de los HCFC deberá recolectarse en un esfuerzo realizado por separado y ponerla a disposición de los organismos bilaterales y de ejecución. A día de hoy, y antes de que se disponga de tal experiencia, no hay indicación alguna de que, aparte de la recogida de esta información, sea necesario ningún proyecto de demostración. Esta sugerencia se trata parcialmente mediante otras aportadas por el PNUMA en su 57ª Reunión, y también por los conceptos aportados por la ONUDI y el Gobierno del Japón (véase el anexo I).

45. En su respuesta al debate sobre proyectos de demostración sostenido en la reunión de coordinación entre organismos, la ONUDI tiene un concepto de proyecto del que se deduce un proyecto de demostración sobre la introducción y actualización de las normas aplicables a los refrigerantes, que tiene que ver con la cuestión de los refrigerantes inflamables de bajo PCA. La ONUDI, en nombre del Gobierno del Japón, presentó un segundo concepto relativo a la capacitación en tecnologías alternativas de consumo energético eficiente y bajo PCA destinada a la eliminación de los HCFC en los sectores de fabricación de equipos de refrigeración y climatización, así como en los sectores de servicio y mantenimiento. El anexo I recoge una breve descripción de tales conceptos.

Sector de disolventes

46. El informe del GETE sobre información adicional a las alternativas a las SAO señala un número de tecnologías alternativas a los HCFC, entre las que se incluyen las tecnologías de sustitución tales como la limpieza con medios acuosos, limpieza con medios semiacuosos, disolventes con formulación de HC y alcohólica, y alternativas de sustitución tales como los disolventes clorados, bromados, y fluorados de diversos grados de aceptación. El informe señala también que ninguna opción concreta parece idónea para sustituir completamente a los HCFC, y que están en curso de desarrollo las tecnologías con HFO y HFO formuladas con cloro y flúor, y otros disolventes. El informe concluye que es necesario identificar soluciones individuales para cada tarea individual de sustitución, y que sigue sin estar claro si todos ellos puede presentar un PCA bajo. Se acometió un proyecto de demostración en el sector de disolventes, en conexión al disolvente empleado en la producción de dispositivos médicos, en especial de las agujas; ello se ha reproducido en el sector de disolventes para China.

47. A día de hoy no parece disponerse de información de la que se pueda deducir que, en una esfera específica en la que se usen disolventes formulados con HCFC, que no sea la de dispositivos de uso médico, haya un número de aplicaciones suficientemente similares para permitir la reproducción del enfoque intentado en un proyecto de demostración. Por ende, puede que tenga sentido considerar caso a caso todo proyecto potencial que pudiera presentarse para el sector de disolventes, sin prever proyectos de demostración en el sector.

Parte IV: Conclusión

48. La Secretaría ha intentado en este documento de debate facilitar información que posibilite al Comité Ejecutivo tener un debate motivado sobre las posibles opciones para aceptar otros proyectos destinados a demostrar tecnologías alternativas a las formuladas con HCFC que sean inocuas para el clima y de consumo energético eficaz. El documento evidencia que los proyectos de demostración acometidos en cumplimiento de la Decisión 55/43 han tenido mucho éxito y sus planteamientos han obtenido resultados muy valiosos. Al mismo tiempo, la Secretaría llegó a la conclusión de que en estos momentos son muy pocos los proyectos de demostración y actividades similares que se necesitan que tengan carácter posibilitador.

49. La Secretaría bien podría aceptar que teniendo en mente los resultados, aún por presentar, del proyecto “Promoción de refrigerantes de bajo PCA para los sectores de climatización en los países de elevada temperatura ambiente” ejecutado por el PNUMA y la ONUDI, sí podría tener sentido un proyecto de demostración destinado a la conversión de la capacidad fabril en la fabricación de los equipos climatizadores para condiciones de elevada temperatura ambiente.

50. Cabe también dentro de lo posible que tenga sentido recolectar y evaluar la experiencia de las actividades que se están ejecutando actualmente y que se recoge en los Planes de gestión de eliminación de los HCFC o, allí donde sea pertinente, de proyectos de enfriadores, conexos a:

- a) La inflamabilidad de los refrigerantes, tales como las normas de seguridad, la capacitación de los técnicos para manipular refrigerantes inflamables, y el desarrollo de códigos de buenas prácticas. Partiendo de los resultados de tal actividad, podría evaluarse la necesidad potencial de realizar proyectos específicos, ya se trate de un proyecto de demostración, un proyecto de ámbito mundial, o de un planteamiento diferente;
- b) La recogida, evaluación y publicación de los resultados de las actividades de demostración en el marco de los actuales Planes de gestión de eliminación de los HCFC; y
- c) La recogida, evaluación y publicación de las lecciones aprendidas de los proyectos de enfriamiento urbano en Colombia y en las Maldivas, y el potencial para promover ulteriormente el concepto.

51. Si el Comité Ejecutivo considerara respaldar el consumo de sustancias de sustitución con PCA bajo en el subsector de enfriadores, en el que actualmente solo se dispone del amoníaco, la realización de un estudio sobre los actuales conceptos de seguridad, y de los planteamientos que tengan sentido para asegurar la seguridad operativa de las plantas de refrigeración formuladas con amoníaco en zonas muy pobladas, podría servir para que los usuarios finales estimaran considerar esta opción.

52. En el caso en el que el Comité Ejecutivo considerara proyectos de demostración en un futuro próximo, la Secretaría ha recogido algunas lecciones de la información facilitada en el presente documento, así como en el anexo III, con el fin de aportar algunos criterios genéricos que podrían aplicarse a tales proyectos a guisa de condición previa para su aprobación:

- a) Que el proyecto ofrezca un incremento significativo del conocimiento técnico actual en términos de tecnología alterativa, concepto o planteamiento, o de su aplicación en un país en desarrollo, que represente un avance tecnológico significativo;
- b) Que la tecnología, concepto o planteamiento pueda describirse de forma concreta, esté vinculada a otras actividades que se realicen o vayan a realizar en un país dado y que tenga el potencial de poder reproducirse a medio plazo (por ejemplo, en cinco años) en un número significativo de actividades financiadas en el mismo subsector;
- c) Que en el caso de los proyectos de conversión, se haya identificado a una empresa dispuesta a acometer la conversión del proceso fabril a la nueva tecnología, y se haya confirmado que dejará de consumir HCFC tras dicha conversión;
- d) Que las obligaciones de notificación del proyecto de demostración pasen a ser parte del proceso regular de notificación en el marco del Plan de gestión de eliminación de los HCFC, y que el cumplimiento de estas obligaciones de notificación sea necesario para hacer posible la financiación de un tramo; y

- e) Que las solicitudes de financiación destinadas a los proyectos de preparación aborden también los criterios antedichos, y faciliten una garantía razonable de que pueden cumplirse como parte de la propuesta de proyecto.

Parte V: Recomendación

53. La Secretaría recomienda que el Comité Ejecutivo:

- a) Tome nota de la reseña de los proyectos de demostración de los HCFC aprobados y de las opciones de proyectos adicionales para demostrar tecnologías alternativas inocuas para el clima y de consumo energético eficiente a las formuladas con HCFC (Decisión 71/51 a)), como se recoge en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40; y
- b) Tenga en cuenta la información y sugerencias facilitadas en el presente documento en sus deliberaciones ulteriores sobre las opciones de proyectos adicionales para demostrar tecnologías alternativas inocuas para el clima y de consumo energético eficiente a las formuladas con HCFC.

Anexo I

Anexo I

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LOS ORGANISMOS DE EJECUCIÓN SOBRE PROYECTOS ADICIONALES O EN CURSO PARA DEMOSTRAR TECNOLOGÍAS INOCUAS PARA EL CLIMA Y DE ALTO RENDIMIENTO ENERGÉTICO

PNUD

Posibles ideas respecto de los proyectos de demostración, incluyendo las tecnologías alternativas y las ventajas añadidas, en comparación con el *status quo*, y sobre cómo servirían para abordar lo que los proyectos de demostración anteriores no abordaron

Sector de espumas

1. “Un análisis de la efectividad de los HFC en la fabricación de espumas de poliuretano respecto de los efectos en el calentamiento atmosférico y la formulación de los costos no fue financiado por el Comité Ejecutivo. Durante este tiempo los sucesores de estas sustancias, los tetracloruros (hidrofluorocarbonos sin saturar, denominados HFO) se van perfeccionando y se convertirán en serios rivales en la tecnología de fabricación de poliuretano a partir de 2015, habiendo decidido las principales empresas productoras de productos químicos desarrollar dichas sustancias. Aunque los informes más recientes indican muy buenos desempeños físicos, estos productos químicos siguen siendo sumamente caros. Por otra parte, los estudios y ensayos industriales sobre el formiato de metilo y el dimetoximetano —también denominados hidrocarbonos oxigenados o HCO— muestran que existen preocupaciones sobre su inflamabilidad bajo ciertas condiciones, cuando se consumen como el único sustituto de los hidroclorofluorocarbonos o HCFC, así como problemas en las propiedades físicas, como es el caso del formiato de metilo. Ambas consideraciones —el elevado precio de los of HFO y la falta de seguridad y/o desempeño físico de los HCO de baja densidad— activa el interés en producir una mezcla entre ambos. De hecho, ya hay trabajos en curso dedicados a las mezclas HFC/HCO aunque, como consecuencia del elevado potencial de calentamiento atmosférico, o PCA, de los HFC, ello no puede constituir un objetivo final satisfactorio para el Fondo Multilateral. Estos trabajos podrían analizarse en estrecha colaboración con el sector industrial que suministra poliuretanos y, posteriormente, ampliarse a las mezclas HFO/HCO, lo que posibilitaría proyectos de una etapa (HFO/HCO) o de dos etapas HFC/HFO -> HFO/HCO), asegurando así que se cumpla el objetivo del Comité Ejecutivo de lograr transformaciones de bajo PCA. El proyecto necesitará de una preparación detallada para cerciorarse de que todos los desarrollos actualmente en curso se consideren debidamente, y el costo de su ejecución sería relativamente bajo. Se prevé que el sector industrial que suministra poliuretano esté muy interesado en este ejercicio y, por ende, que asistirá en que se divulguen las actuales tareas en curso y se preste a responsabilizarse de tareas de desarrollo ulterior si ello llegara a materializarse como se desea. El PNUD ejercería como 1) un centro de intercambio de información, evitando así las preocupaciones legales sobre conductas anticompetitivas, 2) una garantía de que el enfoque seguiría centrado en encontrar soluciones rentables en un entorno de país en desarrollo y 3) de orientador de los ensayos industriales. Los costos del Fondo Multilateral podrían verse restringidos al papel que juegue el PNUD.”

Iniciativas en curso para la refrigeración urbana de edificios que ejecuta el PNUD

Refrigeración urbana de edificios en Colombia

2. “La Dependencia Nacional del Ozono de Colombia (UTO), el Gobierno de Suiza (por mediación de SECO) y “Empresas Públicas de Medellín” (EPM), que es la entidad pública del Municipio de Medellín, están fomentando la construcción de un proyecto de enfriamiento urbano de edificios para el

centro administrativo de la Alpujarra, en Medellín, como sustituto alternativo de los antiguos e ineficientes enfriadores centrífugos individuales formulados con CFC. Esta iniciativa emanó de Gestión de Gas, de sus programas para promover el consumo de gas natural, entremezclándose con cuestiones de consumo energético eficaz en los sectores comerciales e industriales. La principal fuente de energía será el gas natural. La combustión del gas generará una capacidad instalada de 600 kW para suministrar electricidad a toda la explotación de los equipos auxiliares (bombas, torres de enfriamiento, supervisión y control) y a un equipo productor de hielo formulado con NH₃. El aire caliente de desecho se aprovechará en un enfriador de absorción indirecta de calor, que hará de carga base para facilitar la distribución de agua fría por tuberías subterráneas a 4 edificios del complejo administrativo (en esta 1ª fase del proyecto). El presupuesto del proyecto es de 13,4 millones de \$EUA, que se financian conjuntamente como sigue: 6,6 millones de \$EUA que aporta la EPM, 5,8 millones de \$EUA que aporta SECO, 0,5 millones de \$EUA que aporta el Fondo Multilateral y 0,25 millones de \$EUA que aporta el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Se prevé que este proyecto genere ahorros energéticos del 31%, como mínimo, en comparación con la aplicación estándar de consumo básico de los enfriadores centrífugos, y reducirá en aproximadamente un 35% las emisiones anuales de CO₂-equivalente.

3. La financiación conjunta ya está asegurada y se prevé que la ejecución del proyecto se realice en dos años. Es importante mencionar que el proceso para desarrollar el proyecto específico de enfriamiento urbano de edificios y conseguir la financiación conjunta llevó más de dos años”

Refrigeración urbana de edificios en las Maldivas

4. “Las tecnologías de sustitución son aquellas que sustituyen a las tecnologías convencionales en el sector de climatización. Las alternativas de sustitución incluyen sistemas de absorción de vapor, sistemas de enfriamiento por aguas abismales, sistemas de enfriamiento por las mareas y de otro tipo, etc., formando una configuración de enfriamiento urbano de edificios/comunidad. Estos sistemas no consumen refrigerantes convencionales, tales como HCFC, HFC y HC. Pueden hacer uso de una diversidad de fuentes de energía, tales como calor residual, vapor, calentamiento directo, electricidad, etc. Estos sistemas son, potencialmente, de un consumo energético más eficaz y su envoltorio general de carbono es menor. A simple vista parecen ser candidatos idóneos para sustituir la formulación de HCFC/HFC de los equipos de climatización. Así pues, esto presenta una oportunidad de utilizar un planteamiento de enfriamiento urbano de edificios que es inocuo para el clima, en vez de efectuar la transición a tecnologías de HFC de elevado PCA en las Maldivas.

5. La ejecución de tales opciones requiere la estructuración de un modelo administrativo viable en el que participen varias partes interesadas (por ejemplo, los consumidores de tales equipos, los suministradores de servicios (existentes o nuevos), Gobierno, explotadores de tecnologías, etc.). En el caso de las Maldivas, ello podría incluir a la Dependencia Nacional del Ozono, al Ministerio de Desarrollo Económico, STELCO, la Cooperativa para el Desarrollo de Viviendas, el Ayuntamiento de la Capital, Malé; la empresa de suministro de aguas y alcantarillados y la cooperación de FENAKA, además de los consumidores. Ello conllevaría también un planteamiento gradual y sistemático en su ejecución, al necesitarse inversiones en infraestructura a nivel comunitario; lo que implicaría el gradual incremento, paso a paso, de tales instalaciones y operaciones.

6. El proyecto de acuerdo del proyecto propiamente dicho lo examinó el PNUD, tras lo que se enviaron observaciones a la Secretaría de la CCAC. Tales observaciones se incorporaron al acuerdo. El acuerdo definitivo está a la espera de las firmas, a lo que seguirán las siguientes medidas a tomar sobre la ejecución del proyecto, que tomará el PNUD. La financiación total, que se canalizará por mediación de la CCAC, para el estudio de viabilidad, asciende a 118 800 \$EUA. Las actividades de preparación del proyecto se efectuarán en un periodo de 12 a 18 meses.

7. En el transcurso de la ejecución se pondría a disposición de este proyecto una combinación de fuentes de financiación, por ejemplo, Gobierno, instituciones financieras, fondos de donantes y fondos procedentes de instituciones internacionales. Es aún temprano para comentar nada concreto aquí. Tales observaciones se harán cuando la preparación del proyecto se acerque a sus etapas finales. El calendario de ejecución del proyecto se publicará tras la preparación.”

ONUDI

Posibles ideas respecto de los proyectos de demostración, incluyendo las tecnologías alternativas y las ventajas añadidas, en comparación con el *status quo*, y sobre cómo abordarían lo que los proyectos de demostración anteriores no abordaron:

Conceptos compartidos del proyecto conexos al sector de equipos de refrigeración y climatización:

Proyecto de demostración: Retroadaptación de enfriadores formulados con HCFC 22 para consumir HC 290 en el sector de climatización de hoteles (Colombia)

8. Un gran número de hoteles situados en países tropicales de Iberoamérica dependen de enfriadores formulados con HCFC 22 para atender a sus necesidades de enfriamiento del ambiente, en especial en las zonas costeras, en las que un elevado porcentaje de la carga termodinámica está destinado a la deshumectación. Estos enfriadores pueden oscilar entre 25 TR y 200 TR. Aunque existe una tendencia creciente entre los administradores de hoteles, especialmente entre los de pequeño a mediano tamaño, para aumentar la dependencia de uso de equipos monobloque de tamaño reducido y funcionamiento alternativo, no puede ignorarse que el sistema de enfriamiento de agua centralizado es más eficaz si se mantiene debidamente.

9. El objetivo es demostrar el consumo correcto de los hidrocarburos (HC-R290) como refrigerantes en los sistemas de refrigeración de agua para climatización en el sector hotelero de Colombia, a fin de ayudar a erradicar los obstáculos e impedimentos que impiden la adopción de este tipo de refrigerantes como alternativa viable a los HCFC (R-22) y, consecuentemente, generar el fortalecimiento técnico de las empresas de servicio que trabajan con estos sistemas.

Proyecto de demostración de la tecnología formulada con HFO en el sector industrial de fabricación de equipos de climatización de Arabia Saudita

10. En el Reino de Arabia Saudita entrará en vigor en 2015 un nuevo reglamento regulador por el que se exige que los equipos de climatización sean de consumo energético eficiente como condición para entrar en el país. La introducción de este tipo de nueva regulación incrementa la necesidad de encontrar alternativas a corto plazo.

11. El proyecto “Fomento de refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico para los sectores de equipos de climatización en países de elevada temperatura ambiente de Asia Occidental” (denominado PRAHA en sus siglas inglesas), que se aprobó en la 69ª Reunión, evalúa tecnologías alternativas formuladas con HCFC-22.

12. El consumo de los HFO como tecnología alternativa al HCFC-22 para convertir a los fabricantes de equipos de refrigeración y climatización está aún por demostrar. El desarrollo de prototipos para las tecnologías formuladas con HFO está en curso actualmente en el marco del proyecto PRAHA. En el caso del Reino de Arabia Saudita, algunos fabricantes de equipos de climatización ya han optado por someter a ensayos cuatro mezclas de HFO (DR3, DR5, L20 y L41) y las pruebas se efectuarán durante 2014.

13. En este contexto, la ONUDI propone el desarrollo de un proyecto de demostración de la tecnología formulada con HFO en el sector de climatización del Reino de Arabia Saudita. El proyecto de demostración que se propone se fundamentará en los resultados obtenidos de someter a pruebas al prototipo antedicho y consta de una conversión plena de la cadena de montaje de la empresa participante, la cual consume actualmente HCFC-22, para que consuma HFO.

Demostración de tecnologías no convencionales en las aplicaciones de refrigeración y

climatización (RC) del sector de edificios de la región del Oriente Medio (Bahréin, Egipto y Kuwait)

14. El sector de edificios es responsable de casi el 40% del consumo mundial de energía y es una importante fuente igualmente importante de las emisiones de CO₂. A fechas de hoy, se estima que tanto la calefacción individual de espacios como la refrigeración de los mismos, así como la producción de agua caliente, es responsable de aproximadamente la mitad del consumo energético mundial que se produce en los edificios. Estos usos finales representan oportunidades significativas para reducir el consumo de energía, mejorar la seguridad energética y reducir las emisiones de CO₂, por el hecho de que la provisión de calefacción de espacios por agua caliente depende fundamentalmente del consumo de combustibles fósiles, al tiempo que la demanda de refrigeración va creciendo rápidamente en países con sistemas de producción de electricidad por consumo intenso de carbón o combustibles fósiles.

15. Así pues, el proyecto que se sugiere, mientras se prepara la propuesta pormenorizada y las demostraciones físicas de ejecución, intentará aportar respuestas de economía atinentes a la eficacia, disponibilidad de recursos naturales y/o renovables; disponibilidad de apoyo técnico en el plano regional o local, y disponibilidad del respaldo pertinente en el plano nacional, que tienda a hacer que los resultados del proyecto sean viables y atractivos para gobiernos y responsables de la toma de decisiones en el sector de la construcción. Por ende, el proyecto examinará, básicamente, el despliegue de las tecnologías que se enumeran *infra* tras tener en cuenta su potencial para la región del Oriente Medio.

16. Existen varias tecnologías de compresión sin vapor que se han venido introduciendo a lo largo de los años en muchos puntos del mundo. No obstante, la adopción de cualquier tecnología para que contribuya ampliamente a sus respectivos sectores depende de un gran número de factores.

17. La etapa preparatoria del proyecto incluirá la evaluación de la viabilidad de cada tecnología en cada uno de los países.

18. El objetivo del Proyecto de Demostración Regional es el de crear y promover la oportunidad de considerar ulteriormente las tecnologías no convencionales en el marco de las aplicaciones RC del sector de edificios en una región que hace uso tan extensamente e intensamente de tales aplicaciones. La demostración de tecnologías no convencionales en CAC será un objetivo de la producción de estudios de caso por los que se puede guiar el sector de construcción de edificios en, al menos, 4 países del Oriente Medio que tienen intención de ampliar ulteriormente los beneficios y resultados de las demostraciones en todo el resto de los países del Oriente Medio que tengan similitudes en la condiciones socioeconómicas y climáticas.

Proyecto de demostración para la introducción y mejora de la normas de seguridad atinentes a los refrigerantes en África (Kenya, Uganda, Tanzania y Zambia)

19. La disponibilidad en el mercado de un gran número de tecnologías y alternativas de bajo potencial de calentamiento atmosférico está íntimamente vinculada a las normativas e iniciativas conexas a la adopción e implantación de normas de seguridad y requerimientos medioambientales de las tecnologías de refrigeración.

20. Las normas ISO conexas a la Designación y clasificación de seguridad (ISO 817) y a los Requisitos de seguridad y del medio ambiente (ISO 5149) se han actualizado para clasificar y normalizar el consumo de nuevas alternativas de bajo potencial de calentamiento atmosférico, incluyendo las normas sobre el volumen permitido de refrigerante, las medidas a adoptar para casos de mayores cargas y, como se mencionó anteriormente, sobre la relajación de los requisitos.

21. El presente proyecto de demostración sobre la introducción de normas sobre los Requisitos de seguridad y medioambientales de las tecnologías de refrigeración, es algo fundamental para asistir a los países que operan al amparo del artículo 5 (A5) a adoptar plenamente alternativas de bajo potencial de calentamiento atmosférico y reducir al mínimo ulteriormente la repercusión de la eliminación del consumo de los hidroclorofluorocarbonos en el medio ambiente, en cumplimiento de la Decisión XXV/5 y demás decisiones tomadas por el Comité Ejecutivo.

22. De hecho, la reciente enmienda de la clasificación ISO de refrigerantes y el relativo ajuste de las normas sobre la manipulación segura de los mismos, ha creado la necesidad de considerar una revisión de las normas nacionales pertinentes. En verdad, algunos refrigerantes clasificados como ISO 2L ya pueden obtenerse comercialmente y los proveedores de tecnologías ya están en condiciones de comercializar en el mercado mundial productos que los incluya. Así pues, la norma de refrigeración tiene que enmendarse y/o adaptarse en los próximos años para posibilitar la plena comercialización de refrigerantes y productos que los contengan, incluidos los clasificados como ISO 2L.

23. En este marco, la ONUDI propone ejecutar un proyecto de demostración con objeto de facilitar apoyo técnico, estratégico y de coordinación a las autoridades nacionales pertinentes, a fin de implantar estas nuevos requisitos de la norma ISO y, a su debido tiempo, medidas aún más estrictas. Debidamente orientadas por la ONUDI, las autoridades nacionales, incluidas las Dependencias Nacionales del Ozono, y la Oficina de Normas, serán capaces de complementar, adoptar y ejecutar una norma apropiada a los refrigerantes y a su manipulación segura en su país.

24. El proyecto prevé identificar y superar muchos obstáculos para comercializar tecnologías y refrigerantes inflamables; tener un pleno acceso a nuevas tecnologías de consumo energético eficientes y bajo PCA una vez se hayan desarrollado las normas en esos países; crear un común denominador de la norma más estricta a la que toda las naciones de una región dada puedan acceder por igual; y vincular los sectores de fabricación, servicio y reciclaje y prevenir la distorsión en cualquier plano del ciclo del refrigerante.

Capacitación en tecnologías alternativas de consumo energético eficiente y bajo PCA para eliminar el consumo de HCFC en la fabricación de equipos de refrigeración y climatización, y en los sectores de servicio ejecutados por el Japón en colaboración con la ONUDI en calidad de organismo cooperante.

25. El objetivo de este proyecto de capacitación que se propone es el de respaldar a una serie de Dependencias Nacionales del Ozono y Oficinas de gestión de proyectos en sus esfuerzos por facilitar información actualizada sobre alternativas de consumo energético eficiente y bajo PCA en los sectores de fabricación de equipos de refrigeración y climatización que puedan obtener en el Japón, como respuesta a la Decisión XXV/5.

26. El Japón considera que es el momento propicio para dicha propuesta, dado que muchos países que operan al amparo del artículo 5 han progresado en la ejecución de la etapa I de sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC y ya se encuentran en proceso de iniciar la preparación de la etapa II de dichos planes. A diferencia de la etapa I, se prevé que la etapa II de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC tendrá que abordar los sectores de fabricación de equipos de refrigeración y climatización para controlar/reducir el número de nuevas instalaciones formuladas con R22, las cuales experimentaran la demanda futura de servicios y mantenimiento de R22. Además, todos los países que operan al amparo del artículo 5 tendrán que acometer actividades de eliminación en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración. El Japón dispone de una infraestructura de recuperación y reciclaje muy eficaz y, sirviéndose de capacitación y giras de estudio, podría facilitar una información muy útil sobre el sistema de su país. Los países que operan al amparo del artículo 5 podrían adoptar algunas o todas las buenas prácticas implantadas en el Japón.

27. Las actividades que se proponen ayudarán a las DNO y a las Oficinas de gestión de proyectos a desarrollar las estrategias adecuadas para la etapa II de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC introduciendo para ello nuevas alternativas de consumo energético eficiente y bajo PCA, y buenas prácticas en las tareas de servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración.

28. Se introducirán los sistemas sociales conexos del Japón para ayudar a los países A5 a tener una idea de cómo gestionar sus propios sistemas en el próximo futuro.

ANEXO II

RESUMEN DE LOS RESULTADOS LOGRADOS HASTA EL MOMENTO DE LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN APROBADOS

1. Conforme a la decisión 55/43 (sobre la presentación de un número limitado de proyectos que podrían demostrar mejor las tecnologías alternativas al uso de los HCFC), el Comité Ejecutivo aprobó los siguientes proyectos:

- a) Proyecto experimental para la validación del formiato de metilo como agente de espumación en la fabricación de espumas de poliuretano (PNUD) (BRA/FOA/56/DEM/285);
- b) Proyecto experimental para la validación del formiato de metilo en los usos de poliuretano microcelular (PNUD) (MEX/FOA/56/DEM/141);
- c) Proyecto experimental para validar el dimetoximetano como agente de espumación en la fabricación de espumas de poliuretano (PNUD) (BRA/FOA/58/DEM/292);
- d) Proyecto de demostración para validar el uso del CO₂ supercrítico en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano vaporizado (Japón) (COL/FOA/60/DEM/75);
- e) Validación/demostración de opciones de bajo costo para el uso de hidrocarburos como elemento de espumación, en la fabricación de espumas de poliuretano (PNUD) (EGY/FOA/58/DEM/100);
- f) Demostración de conversión de polioles premezclados basados en HCFC-141b a polioles basados en ciclopentano en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano en Guangdong Wanhua Rongwei Polyurethane Co. Ltd (Banco Mundial) (CPR/FOA/59/DEM/491);
- g) Conversión de la sección de espumas de Jiangsu Huaiyin Huihuang Solar Co. Ltd., del HCFC-141b al ciclopentano (Banco Mundial) (CPR/FOA/59/DEM/492);
- h) Validación del uso de HFO-1234ze como agente de espumación en la fabricación de tableros de espumas de poliestireno extruidas (PNUD) (TUR/FOA/60/DEM/96);
- i) Proyecto de demostración para la conversión de la tecnología con HCFC-22/HCFC-142b a tecnología de CO₂ con coagente de soplado basado en formiato de metilo, en la fabricación de espumas de poliestireno extruidas, en Feininger (Nanjing) Energy Saving Technology Co. Ltd. (PNUD) (CPR/FOA/64/DEM/507);
- j) Proyecto de demostración para la conversión de la tecnología con HCFC-22 a la tecnología con CO₂/amoníaco en la fabricación de sistemas de refrigeración de doble etapa para almacenamiento en frío y de congelación, en Yantai Moon Group Co. Ltd. (PNUD) (CPR/REF/60/DEM/499);
- k) Proyecto de demostración para la conversión de la tecnología con HCFC-22 a la tecnología con HFC-32 en la fabricación de enfriadores/bombas de calor comerciales que

utilizan aire como fuente fría, en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. (PNUD) (CPR/REF/60/DEM/498);

- l) Subproyecto de demostración para la conversión de la fabricación de compresores de aparatos de acondicionamiento de aire para habitaciones con HCFC-22 al propano en Guangdong Meizhi Co. (ONUDI) (CPR/REF/61/DEM/502);
- m) Subproyecto de demostración para la conversión del HCFC-22 al propano, en Midea Room Air-conditioning Manufacturing Company (ONUDI) (CPR/REF/61/DEM/503);
- n) Fomento de refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico para los sectores de aire acondicionado en países con temperatura ambiente elevada, en Asia Occidental (PNUMA, ONUDI) (ASP/REF/69/DEM/56, ASP/REF/69/DEM/57); y
- o) Proyecto de demostración para la conversión de tecnología basada en HCFC-141b a tecnología con isoparafina y siloxano (KC-6) para limpieza en la fabricación de dispositivos médicos, en Zhejiang Kindly Medical Devices Co. Ltd. (PNUD) (CPR/SOL/64/DEM/511).

2. Varios de los proyectos de demostración en el sector de espumas ya se han terminado y los informes exhaustivos fueron presentados al Comité Ejecutivo. Otros proyectos se están ejecutando actualmente y sus resultados finales se prevén para dentro de poco tiempo.

3. Considerando que varias de las tecnologías incluidas en los proyectos de demostración ya han sido seleccionadas en varios países del Artículo 5 para sustituir los HCFC utilizados en los sectores de fabricación, y que otras tecnologías podrían introducirse durante el resto de la ejecución de la etapa I o en las etapas futuras de los planes de gestión de eliminación de los HCFC, este anexo incluye una breve descripción de los resultados de los proyectos de demostración terminados.

Formiato de metilo¹ como agente de espumación de espumas rígidas de poliuretano

4. En Purcom Quimica² (Brasil) y Quimiuretanos Zadro³ (México) se evaluó el uso de sistemas con tecnología con coagente de soplado basado en formiato de metilo con el fin de evaluar su desempeño en comparación con el de los sistemas basados en HCFC-141b, y establecer la viabilidad de su uso en los proyectos del Fondo Multilateral.

5. Conclusiones del análisis de los resultados de la evaluación:

- a) El uso del formiato de metilo como agente de espumación alternativo al HCFC-141b en espumas de poliuretano puede considerarse para usos de espumas flexibles/de revestimiento integral y en varios usos de espumas rígidas, todas de poliuretano. Para ciertos usos de espumas rígidas, principalmente en electrodomésticos, no se puede recomendar esta tecnología en esta etapa, porque en el nivel actual de tecnología el formiato de metilo no puede alcanzar la densidad requerida para este uso (es decir, la tecnología debe optimizarse más). Otros usos de la tecnología deberían analizarse

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/9.

² Cuando el Comité aprobó el proyecto, Purcom era la única empresa de los países al amparo del Artículo 5 que tenía licencia para esta tecnología; por esa razón, se la seleccionó para ejecutar el proyecto experimental.

³ Para evaluar el uso del formiato de metilo para suelas de zapatos.

individualmente y podrían requerir optimización adicional;

- b) Para minimizar los riesgos en materia de seguridad para los usuarios subsecuentes, tales proyectos se deberían ejecutar preferiblemente a través de sus proveedores de sistemas como sistemas enteramente formulados; y
- c) Los diseñadores de proyecto deberían asegurar que: se verifica la compatibilidad química; se observa una densidad de almacenamiento mínima; se incorporan recomendaciones sobre salud, seguridad y medio ambiente; y se toman en cuenta las repercusiones relacionadas con la acidez.

6. La evaluación inter pares concluyó que muchas de las deficiencias de desempeño evidentes del formiato de metilo deben abordarse muy probablemente mediante la optimización de la formulación. Sin embargo, en este caso hasta el momento, los proveedores de sistemas no han dirigido este proceso de optimización del poliuretano, tal como ocurrió con agentes de espumación previos. La evaluación inter pares también destacó las áreas siguientes que deben estudiarse más: información sobre experiencia y uso del formiato de metilo hecho en cada aplicación (subsector); seguridad de la combustibilidad durante la fabricación de espumas y del producto final/espumas en algunos casos; datos sobre usos de elastómero para vaporización y suela de zapatos; más datos de prueba y más a largo plazo sobre estabilidad dimensional, especialmente para espumas rígidas de aislamiento; y una prueba a más largo plazo de la conductividad térmica.

7. En los proveedores de sistemas de Egipto, México y Brasil se han emprendido varios ensayos exitosos con formiato de metilo y dimetoximetano, con espumas para vaporización, en Egipto y Jamaica, y para el aislamiento de calentadores de agua, en Egipto. La información para las empresas de espumas estará disponible para fines de 2013, cuando se les suministre sistemas de poliols premezclados con formiato de metilo. Asimismo el PNUD indicó que para llevar a cabo ensayos con formiato de metilo, se requiere asistencia técnica altamente calificada, dado que deben optimizarse las formulaciones. Por lo tanto, seguirá habiendo costos asociados a ensayos hasta que se hayan optimizado las formulaciones para los diversos usos con espumas donde se pudiera usar el formiato de metilo.

Dimetoximetano como agente de espumación en espumas rígidas de poliuretano

8. El PNUD formuló varios proyectos experimentales para investigar el uso de dimetoximetano en condiciones de seguridad, para que sustituya el HCFC-141b en espumas de poliuretano. En Arinos Química, Ltd. (Brasil) se evaluó el uso de sistemas basados en dimetoximetano, con el objetivo de evaluar su desempeño en comparación con el de los sistemas con HCFC-141b para establecer si se puede utilizar esta tecnología en proyectos del Fondo Multilateral. Se evaluaron dieciséis usos de espumas de poliuretano utilizando el HCFC-141b como agente de espumación para determinar su potencial de conversión al dimetoximetano.⁴

9. Los resultados de la evaluación indicaron que el dimetoximetano es más adecuado para los usos de revestimiento integral y espumas flexibles. Tomando en consideración que se comparan los sistemas optimizados con el HCFC-141b y los sistemas con dimetoximetano recientemente desarrollados, los resultados para los usos de espumas rígidas (aislamiento) indicaron una desventaja en el valor de aislamiento de hasta 10 por ciento. Por lo tanto, las empresas deberían evaluar individualmente el uso y una mayor optimización de los sistemas con dimetoximetano en esas aplicaciones.

⁴ UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/17.

10. El evaluador técnico concluyó que “el uso del dimetoximetano como sucedáneo para los sistemas con HCFC-141b en la fabricación de espumas de poliuretano en países del Artículo 5 parece ser una solución posible que cumple con los objetivos de una tecnología sucedánea eficaz en función de los costos, PAO cero, bajo potencial de calentamiento atmosférico. Las propiedades finales de las espumas son comparables a las espumas fabricadas con HCFC-141b”. Además, el evaluador técnico recomendó que, entre otras cosas, el informe debería definir los parámetros de los resultados de la prueba para orientar sobre si los resultados de la densidad son predictivos en cuanto a las condiciones de funcionamiento reales; proporcionar una estimación de los costos de explotación adicionales basados en los resultados obtenidos; continuar con los estudios de estabilidad a largo plazo de las propiedades de las espumas, en especial la estabilidad dimensional; e incluir equipos de supervisión como componente integral de cada proyecto para asegurar la seguridad del personal y las operaciones.

Tecnología supercrítica con CO² en la fabricación de espumas pulverizadas

11. El PNUD presentó a la 71^a reunión un informe de evaluación de la tecnología supercrítica con CO² en la fabricación de espumas pulverizadas:⁵ el funcionamiento de esta tecnología, que se utiliza en Japón desde 2004, se evaluó en Espumlatex, el más grande proveedor de sistemas de propiedad local de Colombia. La tecnología supercrítica con CO² se evaluó comparándola con la tecnología del HCFC-141b, en dos condiciones ambientales diferentes, a saber: al nivel del mar (Barranquilla) y a una altitud de 2 600 m (Bogotá). Para comprobar la procesabilidad de la espuma, se hicieron aplicaciones en el interior de depósitos industriales situados en ambas ciudades; y para determinar las propiedades físicas, se prepararon y analizaron muestras de espumas pulverizadas, siguiendo las normas ASTM⁶ y JIS⁷ en Achilles Corporation (la empresa propietaria de la patente de la tecnología supercrítica con CO²) y en los laboratorios de Espumlatex. Además, en QAI Laboratories, Estados Unidos, se hicieron unas pocas muestras (poliisocianurato (PIR) y poliuretano rígido (PUR)) para pruebas de comportamiento en incendios según la norma E-84.⁸

12. El análisis de los resultados de la evaluación llevó a las siguientes conclusiones:

- a) La tecnología supercrítica con CO² es ininflamable y no crea ninguna necesidad de higiene industrial adicional ni riesgos de seguridad. Bajo condiciones atmosféricas tropicales y a diversos niveles de altitud sobre el nivel del mar, la tecnología mostró una procesabilidad similar a los sistemas con HCFC-141b que se usan actualmente. Los componentes de polioles e isocianato de ambas tecnologías fueron estables durante los seis meses de duración del proyecto;
- b) En términos de propiedades físicas de las espumas de poliuretano, la tecnología supercrítica con CO² demostró: una conductividad térmica más alta, pero un mejor envejecimiento (la diferencia en valor lambda entre las dos tecnologías disminuyó con el tiempo); comportamiento similar de envejecimiento en la resistencia a la compresión (valores estables con el tiempo; estabilidad dimensional similar, en temperaturas por debajo de 20 °C; estabilidad dimensional mejorada, a 60 °C y 96 por ciento de humedad

⁵ UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6.

⁶ ASTM International, conocida antiguamente como American Society for Testing and Materials (ASTM), es un líder reconocido mundialmente en la elaboración y puesta en práctica de normas internacionales aplicables por consentimiento voluntario.

⁷ Las normas industriales japonesas (Japanese Industrial Standards, JIS, por su sigla en inglés) especifican las normas utilizadas en las actividades industriales en Japón.

⁸ ASTM E84 es el método de prueba standard para las características de combustión de la superficie de los materiales de construcción.

relativa; resistencia de adhesión al acero galvanizado, similar);

- c) En términos de propiedades físicas de las espumas de poliisocianurato, la tecnología supercrítica con CO² indicó: una conductividad térmica más alta, pero un mejor envejecimiento; comportamiento similar de envejecimiento, en la resistencia a la compresión; estabilidad dimensional similar, en temperaturas por debajo de 20°C; estabilidad dimensional similar, en 60°C y el 96 por ciento de humedad relativa en valores absolutos, sin embargo, si bien la tecnología supercrítica con CO² experimentó un cambio negativo en volumen, la formulación con HCFC-141b tuvo un cambio positivo; y resistencia de adhesión al acero galvanizado, más baja;
- d) Según la prueba de comportamiento en incendios ASTM E84-12c, hecha con sólo una muestra por formulación, las espumas de poliuretano y de poliisocianurato basadas en tecnologías supercríticas con CO² serían clasificadas como clase A y B, respectivamente, por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por su sigla en inglés);
- e) El costo de adaptación de equipos requerido de una máquina típica de pulverización para el alcance supercrítico con CO² se sitúa entre 9 800 \$EUA y 13 700 \$EUA para las espumas de poliuretano y entre 11 800 \$EUA y 15 700 \$EUA para las espumas de PIR; y
- f) La tecnología supercrítica con CO² ha sido patentada por la Achilles Corporation y se basa en fórmulas comerciales de polioles e isocianato. En Japón el precio franco a bordo (FOB) del sistema supercrítico con CO² es 7,00 \$EUA/kg. Las empresas interesadas deberían llegar a un acuerdo con Aquiles Corporation sobre los precios de la tecnología.

Sistemas de polioles premezclados con hidrocarburos

13. El PNUD presentó a la 66ª reunión un informe técnico sobre opciones de bajo costo para el uso de hidrocarburos en la fabricación de espumas de poliuretano:⁹ Durante la ejecución del proyecto, el PNUD identificó opciones para reducir los costos de premezclado en el proveedor, lo que evitaría la necesidad de una premezcladora más equipo auxiliar (por ej., cisternas de almacenamiento, tuberías); inyección directa de hidrocarburos, lo que elimina también la necesidad de sistemas de premezclado; y la introducción de mezclas con hidrocarburos más recientemente desarrolladas que permitirían densidades más bajas de espumas.

14. Los equipos seleccionados eran un distribuidor de alta presión de tres módulos capaz de procesar sistemas totalmente formulados, con la inyección directa de agentes de espumación inflamables y no inflamables. En los ensayos, el distribuidor funcionó bien para los sistemas con los HCFC (base), los sistemas premezclados y de inyección directa. En particular, el distribuidor brindó: capacidad de repetición excelente; mezcla de tres flujos aceptable (futuros ajustes pueden mejorar el desempeño); y alta eficacia en el confinamiento de agentes de espumación, lo que lleva a densidades más bajas de espumas.

15. Los resultados de la prueba demostraron que: se confirma la estabilidad física y química de los sistemas con ciclopentano bajo condiciones normales hasta seis meses; se puede esperar un ahorro de los costos de unos 100 000 \$EUA, pues no se requiere un sistema de premezclado; si bien no hay ahorros en el costo de los equipos para inyección directa, el diseño compacto podría dar lugar a ahorros en la

⁹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/17.

disposición y el almacenamiento; se puede esperar ahorros de explotación entre el 6 y el 8 por ciento (o el 10 por ciento mediante inyección directa) con respecto a sistemas con HCFC-141b (sin embargo, los costos de transporte pueden aumentar); y un factor K^{10} levemente más alto (entre el 5 y el 8 por ciento) y una reactividad más baja muestran que la inclusión de la cabeza de mezcladora se vio afectada con la introducción de un tercer flujo.

16. El evaluador técnico concluyó que el estudio ha verificado propiedades físicas aceptables de los productos de espumas rígidas para refrigeración comercial, los paneles discontinuos y los usos de calentadores de agua que utilizan sistemas con hidrocarburos premezclados, así como la dosificación directa de hidrocarburos. El estudio también verificó la estabilidad de los sistemas premezclados con ciclopentano por un período de cinco meses; los estudios continúan para verificar una vida útil mínima de seis meses. También mostró que los sistemas con n-pentano no son adecuados para premezclado, debido a la inestabilidad (separación de fase) del producto mezclado.

17. El estudio no verificó adecuadamente la seguridad continua de las operaciones de los nuevos sistemas y equipos. Se deberían llevar a cabo más estudios para generar datos que establezcan claramente que la operación de mezcla de tres componentes cumple con los requisitos de seguridad, especialmente con respecto a la inflamabilidad, durante el procesamiento de sistemas premezclados y de hidrocarburos dosificados directamente. Se debería suministrar más información sobre los requisitos de seguridad para la ventilación y supervisión durante el transporte y el almacenamiento de los sistemas de polioles premezclados, inclusive los costos proyectados. Se debería elaborar un análisis de los costos proyectados para la conversión a los sistemas de polioles premezclados/inyección directa para establecer el nivel aproximado de uso que se beneficiará con este mejoramiento de la tecnología.

18. De acuerdo con el análisis de costo preliminar, realizado por el PNUD, mediante el uso de estos sistemas podrían preverse ahorros de 100 000 \$EUA aproximadamente, ya que la empresa no necesitará equipos de premezclado y equipos auxiliares; aunque no haya ahorros en el costo de los distribuidores de espumas para la inyección directa, el diseño compacto podría dar lugar a ahorros en la disposición y el almacenamiento. Se pueden prever ahorros de explotación entre el 6 y el 8 por ciento (o el 10 por ciento con inyección directa) con respecto a los sistemas que utilizan HCFC-141b; sin embargo, los costos de transporte podrían aumentar.

19. El Banco Mundial también ejecutó una demostración para polioles premezclados con ciclopentano en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano. El objetivo del proyecto es demostrar la viabilidad de premezclar polioles con ciclopentano, suministrando el poliol premezclado a los productores de espumas y de probando el enfoque en cuatro empresas que producen espumas.¹¹ La evaluación de la viabilidad técnica de la conversión al ciclopentano se considera especialmente en términos de la compatibilidad del ciclopentano con el poliéter. La prueba sobre la estabilidad de 16 grados representativos de polioles premezclados en seco, formulados, realizada por el Instituto de Investigaciones de Supervisión e Inspección de la Calidad de los Productos de Jiangsu, descubrió que la mayoría de los polioles tienen buena estabilidad y buena compatibilidad con el ciclopentano. Estos resultados indicaron que los proveedores nacionales de poliéter han solucionado la cuestión de la compatibilidad del ciclopentano y el poliéter. Otro componente crítico que se evalúa es la inflamabilidad de la mezcla, dado que fija los requisitos para el transporte, el almacenamiento y el uso dentro de una empresa. Las pruebas del punto de inflamación para evaluar el riesgo de accidente de las 16 muestras de polioles premezclados formulados con ciclopentano demostraron que los polioles formulados están categorizados como líquidos inflamables de la clase II; pueden transportarse en distancias cortas y

¹⁰ Conductividad térmica para una unidad de espesor del material.

¹¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/15

medianas, siempre que cumplan con los requisitos de las reglamentaciones específicas de transporte de mercancías peligrosas.

20. Según lo informado por el Banco Mundial, la entrega de polioles premezclados con hidrocarburos en tambores comparado con el ciclopentano entregado a granel resulta en ahorros de capital, dado que las empresas no tienen que invertir en cisterna de almacenamiento para el ciclopentano y sistemas de distribución (como bombas y tubería) y equipos de seguridad. Se lograrán ahorros adicionales a medida que las empresas no tengan que invertir en equipos de premezclado y medidas de seguridad, y acceso separado para la entrega de tambores en el recinto de almacenamiento (es decir, podrían preverse ahorros de más de 200 000 \$EUA comparado con un proyecto para espumas, tradicional, basado en ciclopentano con mezcla *in situ*). Además, los polioles premezclados con hidrocarburos podrían ser utilizados por empresas fabricantes de espumas usando mucho menos de 5,5 toneladas PAO (50 tm) de HCFC-141b.

HFO-1234ze usado para espumas de poliestireno extruidas

21. El PNUD presentó a la 67^a reunión un informe técnico sobre el HFO-1234ze como agente de espumación en la fabricación de tableros de espumas de poliestireno extruidas.¹² El PNUD realizó una serie de ensayos con diversas formulaciones de HFO-1234ze y del éter dimetílico (DME), que es un gas extremadamente inflamable. De acuerdo con los datos de validación recopilados hasta el momento, se piensa que la tecnología con HFO-1234ze tiene buenas perspectivas para sustituir el uso de los HCFC y/o de los HFC en los usos con espumas de poliestireno extruidas proporcionando propiedades estructurales y aislamiento térmico aceptable. Sin embargo, para que tal producto sea aceptable comercialmente, se requerirá una cierta optimización de la densidad y la superficie. Asimismo, los ensayos mostraron que hay potencial para reducir la inflamabilidad de la mezcla de HFO-1234ze/DME y para mejorar el desempeño del aislamiento térmico reduciendo la cantidad de DME. No obstante, esto requeriría otros ensayos.

HC-290 usado como refrigerante en sistemas de climatización

22. La ONUDI notificó en informes sobre la marcha de las actividades al respecto de diferentes aspectos del proyecto de demostración sobre la conversión de un fabricante, pasando de la formulación con HCFC-22 a la de HC-290 (propano), en la fabricación de equipos de aire acondicionado, aunque no presentó el informe final; se prevé que éste se presente a la 73^a Reunión. El organismo notificó que la introducción de hidrocarburos, en concreto el R-290, en sistemas de climatización de salas, tendrá gran influencia en el desarrollo de los mercados. La viabilidad de la tecnología ya ha quedado demostrada, tanto por el proyecto de demostración como por otros proyectos adicionales en curso de ejecución. Además, se facilitó una mayor información respecto de los conceptos de seguridad de la fabricación, capital adicional y costos de explotación. La penetración en los mercados es actualmente difícil de evaluar, dado que los códigos y las normas que posibilitan su implantación en el mercado de equipos formulados con HFC-290 no se ha terminado aún; ciertos códigos nacionales relativos al sistema de climatización se establecieron recientemente (principios de mayo de 2013), aunque las normas para estos sistemas siguen estando, en general, pendientes, lo que crea una incertidumbre jurídica. La entrega de informes sobre los proyectos de demostración se finalizará antes de que pueda entregarse la información sobre el mercado; sea como fuere, el organismo continuará con el proyecto hasta que se hayan logrado suficientes ventas de equipos climatizadores formulados con HC-290 para justificar el pago de los costos adicionales de explotación a las empresas.

¹² UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/6.

HFC-32 usado como refrigerante en sistemas de climatización

23. El PNUD ha facilitado un informe final del proyecto de demostración para la conversión de equipos de climatización y bombas de calor de calibre medio, pasando de la formulación con HCFC-22 a la de HFC-32. El PNUD ya había anteriormente notificado de que la introducción de la formulación de HFC-32 en equipos de climatización y bombas de calor de calibre medio influenciaría considerablemente el desarrollo de los mercados conexos. La viabilidad de la tecnología ya había quedado patente mediante los proyectos de demostración y otros proyectos adicionales en fase de ejecución. Se aportó una información pormenorizada sobre los conceptos de seguridad de la fabricación, el capital adicional y los costos adicionales de explotación; el informe se adjunta al documento 72/11/Add1 de la presente reunión. De forma similar a las cuestiones antedichas sobre la situación del HC-290, la penetración en los mercados del refrigerante inflamable HFC-32 es, a fechas de hoy, difícil de evaluar, puesto que los códigos y normas que posibilitan su implantación en el mercado de equipos formulados con HFC-32 no está terminada aún.

Refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico para acondicionamiento de aire en países con temperatura ambiente elevada

24. El objetivo del proyecto (ejecutado por el PNUMA y la ONUDI) es facilitar la transferencia de tecnologías y el intercambio de experiencias con respecto a las alternativas con bajo potencial de calentamiento atmosférico para el sector de aire acondicionado en países con temperatura ambiente elevada. Recopilará sugerencias del Instituto de Refrigeración, Acondicionamiento de aire y Calefacción (AHRI, por su sigla en inglés) para identificar y evaluar los refrigerantes alternativos prometedores para importantes categorías de productos mediante el Programa de evaluación de refrigerantes alternativos – AREP, por su sigla en inglés). El proyecto evaluará los refrigerantes y los equipos de aire acondicionado disponibles comercialmente en términos de adecuación para funcionar en temperatura ambiente elevada; evaluará las normas y códigos pertinentes de rendimiento energético; realizará una comparación económica de las tecnologías alternativas, tomando en consideración perspectivas de sectores de fabricación, de asesoría y de clientes/operaciones; e identificará oportunidades comerciales y repercusiones fiscales conexas para facilitar la transferencia de tecnologías con bajo potencial de calentamiento atmosférico, como barreras comerciales, patentes y derechos de propiedad intelectual pertinentes.

Anexo I

Anexo III

CONDICIONES POTENCIALES MARCO PARA LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN

1. La parte dispositiva del presente documento recoge una información técnica considerable destinada a facilitar las deliberaciones sobre las diferentes opciones tecnológicas y la necesidad de demostrarlas. Además, dichas deliberaciones podrían ser incluso beneficiosas para las consideraciones sobre las metodologías relativas a la preparación y ejecución de los proyectos de demostración, dado que ello podría respaldar al Comité Ejecutivo en sus esfuerzos por llevar a la práctica toda posible invitación a realizar proyectos de demostración.

Reproducción de los proyectos de demostración

2. Un gran número de proyectos de demostración destinados a la sustitución de los HCFC fueron financiados en el pasado y, además, una serie de proyectos de demostración de enfriadores participaron en la demostración de tecnologías alternativas para el consumo de dichos HCFC. La Secretaría toma nota de que, si bien una gran parte de los proyectos de demostración acometidos estaban enfocados a demostrar principalmente la viabilidad de la nueva tecnología o incluso perfeccionarla, el Comité Ejecutivo podría, en casos específicos, seguir considerando emprender proyectos de demostración de la misma tecnología en otras zonas, a fin de facilitar la adopción de tecnologías y, hasta cierto punto, desarrollos regionales específicos y validaciones más amplias. Dado este contexto, la Secretaría desearía, especialmente, señalar el proyecto conjunto del PNUMA y la ONUDI, denominado “Fomento de refrigerantes de bajo PCA para los sectores de climatización en países con elevadas temperaturas ambiente”, en el que se ensayan los prototipo de diferentes tecnologías para los equipos de climatización en países cálidos. Tras la conclusión de los ensayos y selección de las posibles tecnologías, cabe la posibilidad de que los proyectos de demostración de la conversión pudieran tener sentido, incluso en el caso de aquellas tecnologías que ya se han demostrado en otras partes del mundo con climas más moderados.

3. Teniendo presente la excepción antedicha, el presente documento no se centrará en la posibilidad de reproducción de los proyectos de demostración en curso para proceder a la ulterior divulgación y aceptación de una tecnología dada, puesto que no existen fundamentos técnicos firmes sobre los que evaluar genéricamente los beneficios de tal planteamiento. Por el contrario, toda evaluación tendría que reflejar la necesidad que existe en una región determinada en un momento dado, la sostenibilidad de esta necesidad frente a las fechas de ejecución del proyecto, y la prioridad asignada a dicha reproducción en comparación con otras actividades. Esta observación se efectúa sin prejuicio de la evaluación de utilidad de cualquiera de tales actividades.

Naturaleza específica del calendario de evaluaciones de la necesidad de proyectos de demostración

4. Un proyecto de conversión en el marco del Fondo Multilateral está destinado a eliminar el consumo de SAO en la fabricación de un producto y a la conversión sostenible a una nueva tecnología de la empresa fabril que lo fabrica. Este objetivo es válido para los proyectos de conversión y planes y también para los proyectos de demostración. En lo que a tales proyectos de demostración respecta, ello implica que, por lo general, las diferentes partes que constituyen esta tecnología, tal como la propia alternativa, otros productos químicos necesarios en el proceso, tales como polioles o aceites de refrigeración, así como otros componentes, tales como compresores, puedan obtenerse o quepa la

posibilidad de que puedan obtener en un futuro próximo, y que dicha tecnología seguramente se mantendrá en el mercado¹.

Calendario de los proyectos de ejecución

5. A la presente reunión se han presentado las solicitudes iniciales de financiación de la preparación de la etapa II de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, así como de la ejecución de la misma. La preparación de la etapa II de dichos planes comenzará pronto en varios países. Con objeto de permitir que los resultados de los proyectos de demostración sirvan para facilitar la toma de decisiones sobre la selección y conversión de nuevas tecnologías alternativas, la información conexas tiene que prepararse sin demora. Al mismo tiempo, parece ser que hay algunas tecnologías potencialmente candidatas que no han alcanzado aún el grado de disponibilidad comercial suficiente como para llegar a considerarse como candidatas a recibir un proyecto de demostración. Por consiguiente, toda medida potencial que tome el Comité Ejecutivo respecto de los proyectos de demostración adicionales, incluirán medidas destinadas a acelerar la aprobación de los proyectos y asegurar su rápida ejecución. Las posibles medidas serían las de permitir que los organismos de ejecución presenten, junto con sus próximos planes administrativos, partidas contables para los proyectos de demostración en subsectores seleccionados; y permitir a los organismos de ejecución que presenten una solicitud de financiación de la preparación de proyectos paralelamente a la solicitud inclusión de una partida destinada a ejecutar una actividad dada ya recogida en el plan administrativo. A fin de facilitar la ejecución centrada y rápida, el Comité Ejecutivo podría incluso limitar el tiempo del que se dispone para la preparación de los proyectos, a una intervención por reunión (caso de calendario de dos reuniones anuales) o en dos reuniones (caso de calendario de tres reuniones anuales), tras lo que los organismos ya no podrán acometer otras obligaciones, debiendo reembolsarse los saldos remanentes y proveerse un breve informe sobre las actividades financiadas que se han dotado. Además, el tiempo para la ejecución de los proyectos deberá limitarse a dos años, salvo cuando se acuerde lo contrario en la fecha de aprobación del proyecto, tras lo que los organismos ya no podrán acometer otras obligaciones, y los saldos remanentes habrán de reembolsarse y entregarse un informe detallado que recoja la ejecución, costos, lecciones aprendidas y otras conclusiones pertinentes para su entrega en la próxima reunión.

Criterios generales para los proyectos de demostración

6. A fin de que se considere como proyecto de demostración en el sector de fabricación, toda propuesta de proyecto ofrecerá mejoras significativas en el conocimiento técnico vigente, en términos de una tecnología alternativa o de su aplicación. La tecnología que se utilice habrá de poder reproducirse en el plazo de aproximadamente cinco años desde las fechas de la aprobación, con el potencial de poder utilizarse en varias actividades. Dado que es fundamental para los proyectos que la ejecución se efectúe lo antes posible, habrá también de determinarse una empresa que sea admisible para financiación. Esta empresa se comprometerá a convertir su proceso de fabricación a la nueva tecnología y a dejar de consumir HCFC. Por último, los criterios habrán de incluir una fuerte garantía de que los resultados y resultados se entregarán puntualmente.

¹ Habrá de tomarse nota en este contexto, respecto de toda evaluación, de si una tecnología emergente puede obtenerse comercialmente durante la ejecución de un proyecto de demostración dado y de si su permanencia en el mercado depende de un periodo de tiempo específico. La Secretaría solo puede facilitar en el presente documento instantáneas de la situación vigente.