



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

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/54/54
20 de marzo de 2008

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Quincuagésima cuarta Reunión
Montreal, 7 al 11 de abril de 2008

**DOCUMENTO PRELIMINAR
PARA EL DEBATE CON UN ANÁLISIS SOBRE TODOS LOS ASPECTOS
PERTINENTES A LOS COSTOS QUE ATAÑEN A
LA FINANCIACIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE HCFC
(DECISIÓN 53/37 i))**

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

Para economizar recursos, sólo se ha impreso un número limitado de ejemplares del presente documento. Se ruega a los delegados que lleven sus propios ejemplares a la reunión y eviten solicitar otros.

RESUMEN EJECUTIVO

1. Actualmente, el HCFC-141b, el HCFC-142b y el HCFC-22 representan más del 99 por ciento del consumo total de todos los HCFC en los países que operan al amparo del Artículo 5. Estos HCFC se usan principalmente en la fabricación de productos de espumas y equipos de refrigeración y en el subsector de servicio y mantenimiento de refrigeración. Si bien no resulta posible en este momento aseverar con precisión la cantidad total de países que cuentan con empresas de fabricación a base de HCFC, o las cantidades de HCFC utilizadas en el sector de servicio y mantenimiento, resulta claro que hay empresas de fabricación a base de HCFC en menos de 50 países que operan al amparo del Artículo 5. Por el contrario, es probable que se use HCFC-22 en todos los países que operan al amparo del Artículo 5 como refrigerante para el servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, especialmente en aire acondicionado y refrigeración comercial. Por lo tanto, el sector de servicio y mantenimiento de refrigeración desempeñará un importante papel para cumplir con la congelación para 2013 y la reducción para 2015, especialmente en aquellos países que no cuentan con empresas de fabricación a base de HCFC.

2. De conformidad con la decisión 53/37, se han identificado alternativas sustitutivas viables para eliminar los HCFC, así como se han calculado los intervalos correspondientes de costos adicionales de capital y de explotación. Los cálculos de costos no se diseñaron como plantillas para el cálculo de los costos adicionales, sino como una manera de demostrar los niveles relativos de costos o ahorros adicionales de capital y explotación y su impacto en los costos de los proyectos, con miras a brindar información fundamentada al debate que mantiene actualmente al respecto el Comité Ejecutivo. En el sector de espumas, especialmente para el HCFC-141b, ya se han probado y aplicado extensamente varias tecnologías en los países que operan al amparo del Artículo 5 (es decir, sistemas a base de agua e hidrocarburos, tales como n-pentano, ciclopentano, isopentano y sus mezclas). Existen tecnologías más nuevas (por ej., HFC-245fa, HFC365mfc/HFC-227ea), que aún deben introducirse en forma comercial en los países que operan al amparo del Artículo 5, cuyo rendimiento ya se ha probado en países que no operan al amparo del Artículo 5. La tecnología de formiato metílico parece contar con grandes probabilidades de cumplir con las necesidades de producción de espumas de las empresas de los países que operan al amparo del Artículo 5, y a costos más bajos. Para el HCFC-22 en el sector de refrigeración, la situación es similar, y existen productos sustitutivos a base de HFC e hidrocarburos. Ambas tecnologías ya se han utilizado en proyectos del Fondo Multilateral. Los organismos de ejecución y varios países se encuentran, por lo tanto, en una buena posición para aplicar estas tecnologías para la eliminación de los HCFC. Sigue vigente la cuestión de que las alternativas a base de HFC generalmente utilizadas tienen un potencial de calentamiento mundial (PCM) más elevado que los HCFC que sustituyen, mientras que las sustancias de menor PCM, especialmente los hidrocarburos, no sólo están asociadas a costos de capital más elevados sino también a problemas relativos a la seguridad.

3. La demanda de HCFC-22 en el sector de servicio y mantenimiento está vinculada, en gran medida, con la importación de equipos de aire acondicionado a base de HCFC-22 en los países. A fin de simplificar las reducciones subsiguientes de consumo para el sector de servicio y mantenimiento, se debe considerar la posibilidad de introducir controles a la importación de equipos a base de HCFC-22 en el nivel nacional en una etapa temprana, especialmente para los

acondicionadores de aire. Esto podría tener repercusiones, tarde o temprano, en la demanda de financiación del Fondo Multilateral para la conversión de instalaciones de fabricación de acondicionadores de aire a base de HCFC-22, a fin de poder proveer a los países que operan al amparo del Artículo 5 equipos de aire acondicionado sin HCFC-22.

4. Las políticas y directrices que han regido la eliminación de los CFC han dado origen a la actualización tecnológica general¹ de las empresas de espumas en los países que operan al amparo del Artículo 5. Como resultado, no se requerirán gastos adicionales en equipos para eliminar los HCFC para la mayoría de las tecnologías de alternativa (es decir, HFC-245fa, HFC-365mfc/227ea, formiato metílico y sistemas a base de agua). Para estas alternativas, los costos adicionales de capital continuarían consistiendo principalmente en asistencia técnica, incluida la capacitación y los ensayos con los sistemas de espumas nuevos, aunque con un nivel más alto de financiación que las transiciones de CFC a HCFC (por lo menos en las etapas iniciales) debido a la falta relativa de familiaridad con las nuevas tecnologías, la posible necesidad de refinar las fórmulas en mayor medida que lo que se requirió en el caso del HCFC-141b, así como también ensayos más intensivos e incluso más costosos. No obstante, si se elige una tecnología a base de hidrocarburos, se requerirían importantes gastos de capital, ya que se deberían sustituir la mayoría de los equipos de fabricación y también se deberían instalar nuevas piezas de equipos adicionales. También, en algunas circunstancias especiales, tal como de existir el requerimiento de un nuevo depósito de almacenamiento si el depósito existente no es adecuado para manipular de forma segura la sustancia química de alternativa, por ej., para el HFC-245fa, se deberían cubrir ciertos gastos adicionales de capital.

5. Desde la creación del Fondo, la financiación de propuestas de proyectos de inversión se ha basado en la evaluación de los costos adicionales de capital y de explotación. A medida que aumentó la cantidad de proyectos de inversión, los precios de las principales piezas de equipos quedaron establecidos y los costos de capital resultaron conocidos y, generalmente, disminuyeron con el correr del tiempo. Sobre la base de esta experiencia se desarrollaron los planes de eliminación sectoriales y nacionales. Dicho marco, en el que han llegado a conocerse todos los componentes con el correr del tiempo, aún no se ha establecido para la eliminación de los HCFC. Algunas de las cuestiones que pueden requerir consideración más a fondo son:

- a) Los gastos adicionales de explotación son proporcionales al plazo durante el que se pagan. El Comité Ejecutivo tiene la prerrogativa de determinar el plazo durante el cual se financian los costos adicionales de explotación. La importancia del debate acerca de los costos adicionales de explotación y de determinar el plazo para el cual se los calcula queda demostrada por la alta participación de estos costos en el costo total del proyecto, tal como se calcula para este documento;
- b) Históricamente, el Comité Ejecutivo ha financiado la conversión de equipos de fabricación bastante tiempo antes del fin de su vida útil; en la mayoría de los

¹ Las técnicas de mezcla manual que producen espumas con propiedades de aislamiento inferiores independientemente del agente espumante se eliminaron y sustituyeron con máquinas de espumación de alta presión, en la mayoría de los casos, mientras que las máquinas de espumación de baja presión también se sustituyeron por máquinas de alta presión a fin de mejorar las propiedades de aislamiento de las espumas por medio de una mezcla más eficiente de la mezcla de espuma reactiva.

casos, por medio de la provisión de equipos nuevos. Si bien esta modalidad demostró tener importantes ventajas en cuanto a los incentivos para la eliminación temprana, también dio origen al retiro y destrucción prematuros de infraestructura costosa y plenamente funcional. Podría resultar posible considerar en qué casos el Fondo Multilateral podría proporcionar el apoyo en un momento en que los equipos ya estén llegando al fin de su vida útil a fin de evitar dicho retiro prematuro. Sin embargo, esto debería evaluarse en el contexto del plazo general para el cumplimiento de cada país que opera al amparo del Artículo 5;

- c) La mayoría de las empresas que fabrican productos a base de HCFC en el subsector de espumas rígidas parecen ser aquellas con un consumo de HCFC inferior a 40 toneladas (4,4 toneladas PAO de HCFC-141b o 2,2 toneladas PAO de HCFC-22), incluidas grandes cantidades de EPM que producen “espumas rígidas no destinadas a electrodomésticos”. A fin de que todas las empresas de espumas rígidas y de revestimiento integral tengan un acceso equivalente a las tecnologías sustitutivas disponibles, se deben examinar los umbrales de costo a eficacia aplicables a los proyectos para eliminar los HCFC en las aplicaciones de espumas para electrodomésticos, espumas que no son para electrodomésticos y espumas de revestimiento integral, y abordar las disparidades en los valores de los umbrales de costo a eficacia, lo que proporcionaría incentivos para permitir que más empresas fabricantes de espumas rígidas que deseen adoptar la conversión a hidrocarburos puedan hacerlo;
- d) Durante el período de eliminación de los CFC en el sector de espumas, se aprobó financiación para diversos proveedores de sistemas (*systems houses*) en algunos países que operan al amparo del Artículo 5 para producir polioles premezclados que no fueran a base de CFC adecuados, así como para proporcionar transferencia de tecnología y capacitación para sus clientes. Para la eliminación de los HCFC, su participación se podría considerar un componente crucial para las estrategias y para brindar un enfoque más eficiente y sostenible al proceso, dado que la mayoría de las cuestiones técnicas que conlleva la transición a nuevas tecnologías se resolvería mejor en el nivel de los sistemas en las primeras etapas;
- e) Si bien existen pruebas de que recientemente se han usado grandes cantidades de HCFC-142b en una mezcla con HCFC-22, esta aplicación parece estar restringida a empresas productoras de espumas relativamente grandes en una cantidad limitada de países que operan al amparo del Artículo 5. Sin embargo, se requerirían una encuesta y estudios adicionales para la eliminación de la mezcla de HCFC-142b/HCFC-22 antes de que pueda decidirse acerca de la financiación para la eliminación;
- f) Conforme a la información brindada en la sección sobre refrigeración, resulta evidente que sin cierta experiencia en la evaluación de los costos de proyectos individuales, especialmente en los subsectores nuevos y, en menor grado, en los subsectores existentes, resultará muy difícil proporcionar orientación técnica adecuada al Comité Ejecutivo sobre los costos de los planes de eliminación

sectoriales o nacionales relacionados con la conversión de la capacidad de fabricación en estos subsectores.

6. Para la preparación de este documento, la Secretaría examinó las cuestiones relacionadas de indicadores de impacto ambiental y su aplicación, incentivos a proporcionar por alcanzar o superar dichos niveles y consideraciones relativas a salud, seguridad y aspectos económicos. Actualmente, no resulta posible que la Secretaría proporcione más orientación antes de que el Comité Ejecutivo delibere acerca de determinados principios de políticas. Esto se relaciona especialmente con los indicadores más adecuados para evaluar el impacto ambiental de las alternativas y cómo éstas deberían aplicarse.

7. También se ha considerado la situación actual respecto de los incentivos y las oportunidades de cofinanciación, de lo que se desprenden las siguientes observaciones:

- a) El importante plazo requerido para la aprobación y ejecución de los proyectos cofinanciados por diferentes entidades podría motivar que las modalidades de cofinanciación se apliquen únicamente para proyectos no relacionados exclusivamente con los objetivos de reducción de HCFC para 2013 y 2015. El Comité Ejecutivo pudiera considerar en una futura reunión una definición anticipada de los objetivos relacionados con la cofinanciación y un marco preliminar para la cofinanciación de proyectos sobre HCFC. Esto podría resultar útil para las comunicaciones tempranas con las posibles entidades que ofrezcan cofinanciación, lo que les permitiría considerar las necesidades de financiación relacionadas cuando se debata su presupuesto general;
- b) Orientación para proyectos en los que se crean beneficios adicionales por medio del apoyo del Fondo que podrían tener un determinado valor, u obtener dicho valor en el futuro, por ejemplo, siendo admisible para la financiación relacionada con el carbono.

I. INTRODUCCIÓN

1. Este documento preliminar para el debate, que contiene un análisis de diversas consideraciones de costos pertinentes relacionadas con la financiación de la eliminación de los HCFC, se presenta en respuesta a la decisión 53/37 i) del Comité Ejecutivo.

I.1 Mandato del Comité Ejecutivo

2. En la 53ª Reunión, en noviembre de 2007, el Comité Ejecutivo consideró un documento preparado por la Secretaría del Fondo sobre opciones para evaluar y definir los costos adicionales admisibles para las actividades de eliminación del consumo y la producción de HCFC².

3. Finalmente, el Comité Ejecutivo pidió, entre otras cosas, “que la Secretaría, en consulta con los expertos técnicos pertinentes con conocimiento de las experiencias de países que operan al amparo Artículo 5 con distintos niveles de desarrollo y en países que no son del Artículo 5, prepararía antes del 25 de marzo de 2008 un documento para el debate con un análisis sobre todos los aspectos pertinentes a los costos que atañen a la financiación de la eliminación de HCFC, tomándose en consideración las opiniones manifestadas por los miembros del Comité Ejecutivo en las presentaciones mencionadas en el párrafo l) a continuación, y además:

- a) Información sobre modelos/intervalos de costos y aplicación de las tecnologías alternativas a los HCFC; y
- b) Consideración de tecnologías de alternativa, incentivos financieros y oportunidades de financiación conjunta que pudieran ser pertinentes para asegurar que la eliminación de HCFC tenga resultados beneficiosos de conformidad con lo indicado en el párrafo 11 b) de la decisión XIX/6 de la 19ª Reunión de las Partes” (decisión 53/37 i))³

I.2 Ámbito del documento

4. Desde 1991, el Fondo Multilateral ha desarrollado una vasta variedad de normas de costos. Sobre la base de la experiencia con el cálculo de costos de proyectos autónomos, se han desarrollado enfoques más complejos, que han dado lugar a instrumentos tales como los umbrales de relación de costo a eficacia, así como enfoques de cálculos de costos sectoriales y nacionales para casos con una cantidad pequeña (menos de 25) o una cantidad grande (más de 100) de empresas similares. Esto permitió asegurar la eficiencia en relación con los costos, priorizar la actividades de financiación según las políticas del Comité Ejecutivo y mantener la equidad de la financiación entre los países que operan al amparo del Artículo 5.

² UNEP/OzL.Pro/ExCom/53/60.

³ Se invitó a los miembros del Comité Ejecutivo a presentar sus opiniones acerca de los elementos a considerar en las directrices para la preparación de planes de gestión de eliminación de HCFC, consideraciones de costos a ser tenidas en cuenta por la Secretaría, la fecha límite para la admisibilidad para la financiación y las segundas etapas de conversiones a la Secretaría antes del 15 de enero de 2008.

5. El mandato expresado en la decisión 53/37 i) indica la expectativa del Comité Ejecutivo de que se puedan extender los instrumentos y enfoques existentes para cubrir los HCFC. Como primer paso, entonces, fue necesario considerar qué condiciones se deben cumplir para permitir que éstos se extiendan en la medida en que ofrezcan modelos/intervalos de costos adecuados y permitan evaluar la confiabilidad de estos modelos. Para el análisis, se aplicaron los siguientes principios subyacentes:

- a) Todo supuesto adoptado en este documento respecto de la extensión de las políticas existentes evitaría reiterar toda deliberación acerca de políticas del Comité Ejecutivo respecto de dicho tema;
- b) El documento UNEP/zL.Pro/ExCom/54/54 no contiene supuestos sobre decisiones de políticas acerca de las cuales no se ha debatido en el Comité Ejecutivo;
- c) Las cuestiones relacionadas con la admisibilidad, tales como la cuestión de si se financia una segunda conversión o si se financia la capacidad de fabricación establecida después de una determinada fecha límite, no se consideraron parte del mandato para este documento. Sobre esta misma base, los instrumentos de gestión de programa, tales como umbrales de costo a eficacia originalmente destinados para asignar prioridades entre proyectos, no se investigaron en detalle; y
- d) Se debía evitar un conflicto entre el mandato para este documento y la decisión XIX/10 de la Reunión de las Partes respecto del mandato del estudio relativo a la reposición del Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal para el período 2009-2011.

6. Se cuenta con cierta experiencia empírica en el sector de espumas, especialmente en las aplicaciones de espumas rígidas y de revestimiento integral, que representan el principal uso del HCFC-141b. En dicho subsector, las tecnologías que ya han sido utilizadas en proyectos del Fondo Multilateral se pueden utilizar para la eliminación de los HCFC, mientras que otras tecnologías más nuevas parecen tener características técnicas muy similares a aquellas para los CFC y los HCFC. La situación es diferente para los usos relacionados con el HCFC-22, donde no hay información sobre alternativas disponible en la medida necesaria ni para el sector de refrigeración y aire acondicionado ni para los HCFC en las espumas de poliestireno extruido.

7. El documento cubre el siguiente contenido principal:

- a) Un resumen de políticas para financiar los HCFC y una descripción general resumida de los usos de HCFC en los países que operan al amparo del Artículo 5. Este resumen cuenta con el apoyo del Anexo I, Políticas y decisiones pertinentes adoptadas por las Partes en el Protocolo de Montreal y el Comité Ejecutivo respecto de la eliminación de los HCFC, y el Anexo II, Descripción general resumida del consumo de HCFC en los países que operan al amparo del Artículo 5;

- b) Un análisis de los costos adicionales para eliminar el consumo de HCFC en el sector de espumas, que cuenta con el apoyo del Anexo III, y contiene un análisis detallado de las cuestiones técnicas y de costos relacionadas con el sector de espumas;
- c) Un análisis de los costos adicionales de la eliminación del consumo de HCFC en el sector de refrigeración, apoyado por el Anexo IV, que contiene un análisis detallado de las cuestiones técnicas y de costos relacionadas con el sector de refrigeración, incluido el sector de servicio y mantenimiento (este anexo se emitirá de forma separada de este documento);
- d) Cuestiones ambientales, especialmente los pasos necesarios para llevar a la práctica la decisión XIX/6 en el contexto del Fondo Multilateral;
- e) Incentivos y oportunidades de cofinanciación; y
- f) Recomendaciones.

8. Para la preparación de este documento, se consideraron los aportes remitidos por los Miembros del Comité Ejecutivo conforme a lo solicitado por la decisión 53/37 I).

I.3 Políticas existentes que se podrían aplicar para financiar la eliminación de los HCFC

9. La evaluación de los costos adicionales de los proyectos del Fondo Multilateral se basa en los principios generales convenidos por las Partes en el Protocolo de Montreal en su Segunda Reunión⁴. Sobre la base de estos principios y la Lista indicativa de categorías de costos adicionales, el Comité Ejecutivo ha elaborado políticas y directrices específicas para categorías de costos adicionales en diferentes aplicaciones industriales.

10. La financiación de los proyectos del Fondo Multilateral se ha basado en la evaluación de los costos adicionales de capital y de explotación admisibles. Los costos de capital se relacionan con los equipos adicionales que serían necesarios para sustituir las sustancias que agotan el ozono (SAO) por la tecnología de alternativa seleccionada por la empresa, transferencia de tecnología, capacitación, ensayos y puesta en funcionamiento. Los costos o ahorros adicionales de explotación reflejan cambios en los costos atribuibles a la conversión a alternativas de las SAO, y surgen de cambios en las sustancias químicas utilizadas en el proceso de fabricación, tales como propulsores, refrigerantes o agentes espumantes. El nivel de costos adicionales de explotación se ve afectado por las fluctuaciones en los precios de la materia prima y el plazo durante el que se pagan dichos costos. Tal como lo decidió el Comité Ejecutivo, el plazo de los costos adicionales de explotación de los proyectos del Fondo Multilateral ha variado en los sectores industriales desde cero (sin costos adicionales de explotación) para las empresas que

⁴ Apéndice I de la decisión II/8 (Mecanismo financiero)

fabrican compresores o sistemas de aire acondicionado para vehículos hasta cuatro años para empresas que fabrican aerosoles y espumas flexibles en planchas (véase el Anexo I)⁵.

11. Si las políticas y criterios actuales para la financiación de la eliminación de SAO se mantienen sin cambios, los costos adicionales admisibles de los proyectos de inversión para eliminar los HCFC se seguirían basando sobre la evaluación de los costos adicionales de capital y de explotación. El análisis llevado a cabo en este documento intenta analizar las consecuencias de estos componentes de costos para las obligaciones de financiación del Fondo Multilateral.

12. El Comité Ejecutivo ha convenido en opciones de financiación especiales para financiar proyectos en países de bajo volumen de consumo⁶ que cuentan con instalaciones de fabricación por medio del establecimiento de una ventana de financiación especial para proyectos de inversión en los que no se aplicarían valores de umbrales de costo a eficacia⁷. Para la eliminación de SAO por parte de empresas pequeñas y medianas (EPM), las directrices estipularon una ventana de financiación para facilitar las conversiones de grupos importantes de pequeñas empresas en los sectores de aerosoles y espumas de los países que no son de bajo volumen de consumo. Si el Comité Ejecutivo desea continuar aplicando una práctica similar en el caso de los HCFC o no es una cuestión que debe ser considerada más a fondo por el Comité Ejecutivo.

13. Los HCFC⁸ son sustancias controladas conforme al Protocolo de Montreal, y las Partes han adoptado decisiones específicas relativas a la eliminación de estas SAO desde su Quinta Reunión, así como el Comité Ejecutivo ha adoptado decisiones al respecto desde su Duodécima Reunión en marzo de 1994. Para la eliminación de los HCFC, resultan de especial importancia aquellas decisiones del Comité Ejecutivo que piden a los organismos de ejecución que expliquen cabalmente por qué se recomendó una conversión a tecnología a base de HCFC, con inclusión de un análisis de posibles alternativas sin HCFC. Asimismo, se debía aclarar que las empresas en cuestión habían convenido en correr con los costos de la conversión subsiguiente a tecnologías que no utilizan HCFC. La información sobre tecnologías de alternativa suministrada por los organismos de ejecución a lo largo de los años como resultado de estas decisiones del Comité Ejecutivo también ha constituido un aporte para el examen de las posibles tecnologías consideradas en este documento.

14. En la 53ª Reunión, el Comité Ejecutivo consideró el marco de políticas para financiar la eliminación de los HCFC, y decidió que las políticas y directrices existentes del Fondo se

⁵ El plazo de los costos adicionales de explotación para los sectores en los que se han elegido tecnologías a base de HCFC para eliminar el uso de CFC en los países que operan al amparo del Artículo 5 se presenta en el Anexo I a este documento.

⁶ Un país de bajo volumen de consumo es un país con un nivel básico de consumo de CFC de 360 toneladas PAO. A marzo de 2008, hay 102 países que operan al amparo del Artículo 5 clasificados como países de bajo volumen de consumo.

⁷ Los valores de los umbrales de costo a eficacia aplicables a los diferentes sectores industriales fueron adoptados por el Comité Ejecutivo en su 16ª Reunión como una manera de dar prioridad a la aprobación de los proyectos de inversión. El valor de costo a eficacia se calcula como la relación entre la suma de los costos adicionales de capital y de explotación totales y la cantidad total de SAO a ser eliminadas en kilogramos PAO. En el Anexo I a este documento se presenta información adicional sobre la relación de costo a eficacia y los valores de umbral adoptados por el Comité Ejecutivo.

⁸ Todas las decisiones sobre HCFC adoptadas por las Partes en el Protocolo de Montreal y el Comité Ejecutivo se presentan en orden cronológico en el Anexo I al presente documento.

podrían aplicar a la financiación de la eliminación de los HCFC, a menos que se decidiera de otro modo teniendo en cuenta, especialmente, la decisión XIX/6 (párrafo d de la decisión 53/37). Este documento para el debate se ha preparado, por lo tanto, en el contexto de los antecedentes de las políticas y directrices descritas en los párrafos precedentes y en el Anexo I de documento.

I.4 Descripción general resumida de los usos de los HCFC

15. El consumo total de HCFC, de 396 100 toneladas métricas en todos los países que operan al amparo del Artículo 5 en 2006, es más que el doble del consumo de CFC, de 189 830 toneladas métricas, notificado en 1995, año en que se notificó la cantidad más alta de CFC jamás registrada. Sin embargo, el efecto negativo total de los HCFC en la capa de ozono (es decir, 35 160 toneladas PAO en total) es menor que el de los CFC (187 730 toneladas PAO) debido a su menor potencial de agotamiento del ozono.

16. El consumo de HCFC de 2006 en los países que operan al amparo del Artículo 5 se caracteriza del siguiente modo:

- a) El consumo de HCFC-141b, HCFC-142b y HCFC-22⁹ representa más del 99 por ciento del total de consumo de HCFC;
- b) El consumo de HCFC en 71 países es inferior a 360 toneladas métricas. Otros 29 países¹⁰ informaron un consumo nulo, o no informaron ningún consumo;
- c) El HCFC-141b se usa en 43 países que operan al amparo del Artículo 5¹¹, 20 de los cuales tenían un consumo inferior a 10 toneladas PAO (91 toneladas métricas), mientras que el HCFC-142b se usa sólo en 21¹² países que operan al amparo del Artículo 5, 18 de los cuales tenían un consumo inferior a 10 toneladas PAO (154 toneladas métricas);
- d) Setenta y tres¹³ de los 117 países que operan al amparo del Artículo 5 que notificaron consumo de HCFC-22¹⁴ tenían un consumo inferior a 10 toneladas PAO (182 toneladas métricas); y
- e) Los HCFC se usan principalmente en la fabricación de productos de espumas (32,5 por ciento del consumo total de HCFC) y en los subsectores de fabricación y servicio y mantenimiento de refrigeración (66,2 por ciento). También se usan

⁹ El valor PAO del HCFC-141b es 0,11, del HCFC-142b, 0,065 y del HCFC-22, 0,055.

¹⁰ Veintisiete de los 29 países se clasifican actualmente como países de bajo volumen de consumo.

¹¹ Incluidas 1 028,7 toneladas PAO (9 352 toneladas métricas) consumidas por los Emiratos Árabes Unidos, la República de Corea y Singapur.

¹² Incluidas 126,7 toneladas PAO (1 949 toneladas métricas) consumidas por los Emiratos Árabes Unidos, la República de Corea y Singapur.

¹³ Incluidas 1 213,9 toneladas PAO (22 071 toneladas métricas) consumidas por los Emiratos Árabes Unidos, la República de Corea y Singapur.

¹⁴ Otros 16 países que operan al amparo del Artículo 5 habían notificado consumo de HCFC-22 en 2005. Los Emiratos Árabes Unidos, la República de Corea y Singapur se excluyen del análisis.

pequeñas cantidades en los sectores de aerosoles (0,2 por ciento), extintores de incendios (0,1 por ciento) y solventes (1,0 por ciento)¹⁵.

17. Estos datos indican que hay unos pocos países con un alto nivel de consumo de HCFC y la presencia de una gran cantidad de EPM entre los países que operan al amparo del Artículo 5. Estas conclusiones se ven apoyadas por el hecho de que, sobre la base del análisis de los proyectos de espumas individuales financiados, más del 80 por ciento de todas las empresas de espumas que realizaron la conversión de CFC a tecnologías a base de HCFC estaban situadas en no más de 12 países que operan al amparo del Artículo 5. Del mismo modo, se calcula que más de 70 por ciento de todas las empresas de espumas de los países que operan al amparo del Artículo 5 registraban un consumo anual de CFC inferior a 40 toneladas PAO por año.

II. COSTOS ADICIONALES DE LA ELIMINACIÓN DEL CONSUMO DE HCFC EN EL SECTOR DE ESPUMAS

18. Por medio de la asistencia del Fondo Multilateral, se han eliminado más de 89 370 toneladas PAO de CFC utilizados como agentes espumantes en países que operan al amparo del Artículo 5. Estos incluyen el CFC-11 utilizado en espumas flexibles y de poliuretano rígido y el CFC-12 utilizado en las espumas de polietileno y poliestireno extruido. Los países que operan al amparo del Artículo 5 seleccionaron tecnologías permanentes para eliminar el CFC-11 utilizado en los subsectores de espumas rígidas y de revestimiento integral, incluidos sistemas a base de agua e hidrocarburos (pentanos) para empresas que podrían utilizar con seguridad equipos de producción de espumas que usan sustancias inflamables, así como HCFC como tecnología de transición. El uso de HCFC como agente espumante de alternativa representó alrededor del 40 por ciento de todos los CFC eliminados. El uso de CFC-11 y CFC-12 en los restantes subsectores de espumas se eliminó utilizando tecnologías de conversión permanente¹⁶.

19. En la mayoría de los países que no operan al amparo del Artículo 5, se han instalado tecnologías de espumación basadas en el uso de HFC (principalmente HFC-245fa, HFC-365mfc y su mezcla HFC-365mfc/HFC227ea), formiato metílico y otras tecnologías de menor difusión, como sustitutos de los HCFC utilizados inicialmente como tecnologías de eliminación de CFC de transición, del mismo modo que en los países que operan al amparo del Artículo 5. Si bien su disponibilidad actual es limitada en los países que operan al amparo del Artículo 5 debido a la falta de demanda, estas tecnologías se podrían usar en los países que operan al amparo del Artículo 5 para eliminar asimismo los HCFC como agentes espumantes.

II.1 Intervalos de costos para eliminar los HCFC

20. Al igual que en el caso de la eliminación de los CFC en las aplicaciones de espumas, los costos adicionales de capital de la conversión de HCFC a tecnologías que funcionan sin SAO depende de los equipos de base existentes en la empresa, el tipo de productos de espumas que se

¹⁵ Estudios sobre HCFC realizados por el PNUD para 12 países que operan al amparo del Artículo 5 seleccionados (UNEP/OzL.Pro/ExCom/51/Inf. 2).

¹⁶ El CFC-12 utilizado para la producción de espuma en planchas de polietileno y poliestireno extruido se eliminó principalmente con el uso de butano y gas licuado de petróleo (LPG). El CFC-11 utilizado en el subsector de paneles de espuma flexible de poliuretano se eliminó usando cloruro de metileno y dióxido de carbono líquido, mientras que el CFC-11 utilizado en espumas de poliuretano moldeado se eliminó usando sistemas a base de agua.

fabrican y el volumen de producción, el agente espumante de alternativa seleccionado, y la ubicación de la empresa, que en varios casos podría ser un factor importante para decidir si se selecciona o no una alternativa que utiliza sustancias inflamables.

Intervalos de costos adicionales de capital

21. Tal como se pide en la decisión 53/37 i), se realizaron dos cálculos paralelos de los modelos/intervalos de costos de los costos adicionales de capital en relación con las tecnologías sustitutivas de los HCFC en aplicaciones de espumas. Uno de ellos se basó en la retroadaptación de los equipos existentes, mientras que el otro se basó en la sustitución de los equipos existentes por las siguientes tecnologías de alternativa: sistemas a base de agua, hidrocarburos (tanto pentano como ciclopentano), HFC-245fa y formiato metílico. La descripción siguiente explica los motivos de realizar dos cálculos paralelos.

22. Para la conversión de HCFC a HFC, sistemas a base de agua o tecnología de formiato metílico:

- a) Conforme a las políticas existentes, no se requerirían costos adicionales de capital para todas las empresas de espumas de poliuretano rígidas y de revestimiento integral que actualizaron sus instalaciones de producción para permitir el uso provisional de agentes espumantes de HCFC con asistencia del Fondo Multilateral, excepto cuando una propiedad específica del agente espumante sustitutivo plantee un problema de incompatibilidad con algún equipo existente¹⁷. Por ejemplo, el costo de un depósito de almacenamiento nuevo sería un costo adicional de capital admisible si el depósito existente no fuera adecuado para manejar el HFC-245fa de manera segura. Toda necesidad de retroadaptación o sustitución de los equipos existentes o instalación de equipos adicionales para la conversión de HCFC a alternativas que no utilizan SAO debería justificarse desde el punto de vista técnico y estar completamente demostrada. Se requerirían costos relacionados con transferencia de tecnología, capacitación, ensayos y puesta en funcionamiento para adaptar las tecnologías de alternativa a las condiciones locales;
- b) Las mismas condiciones estipuladas en el párrafo a) *supra* se aplicarán a las empresas que han modificado sus equipos para el uso de HCFC, ya sea sustituyendo sus distribuidores de baja presión por distribuidores de alta presión o retroadaptando sus distribuidores de alta presión sin asistencia del Fondo Multilateral, dado que dichas empresas tienen equipos de base similares a aquellas que recibieron asistencia del Fondo Multilateral. Asimismo, se aplicarán las mismas condiciones a las empresas que establecieron nuevas instalaciones con distribuidores de alta presión. Se requeriría asistencia para transferencia de tecnología, capacitación, ensayos y puesta en funcionamiento; y

¹⁷ Como requisito para la financiación de proyectos del Fondo Multilateral, las empresas que realizaban la conversión a tecnologías a base de HCFC debían comprometerse, junto con sus gobiernos, a eliminar el PAO residual sin asistencia adicional del Fondo Multilateral. La mayoría de las justificaciones del uso de HCFC-141b en proyectos del Fondo Multilateral confirman que la conversión final no requeriría inversiones adicionales en equipos.

- c) Podrían requerirse costos de capital para la retroadaptación o sustitución de los equipos de base existentes, así como transferencia de tecnología, capacitación, ensayos y puestas en funcionamiento, sólo para aquellas empresas que aún procesan espuma de HCFC-141b en instalaciones de mezcla manual y, posiblemente, distribuidores de baja presión ya sea instalados después de la fecha límite existente del 25 de julio de 1995 o que no resultaban admisibles para la financiación durante la intervención del Fondo Multilateral. La modalidad de financiación dependerá, no obstante, de las normas sobre admisibilidad que pudiera decidir el Comité Ejecutivo. Por lo tanto, se han calculado modelos de costos para la opción de sustitución para el caso de tal eventualidad.

23. La conversión a tecnologías a base de pentano para las empresas de espumas rígidas o de revestimiento integral de poliuretano requerirá importantes costos de capital en comparación con otras tecnologías disponibles. Éstas requerirán distribuidores de alta presión adecuados para el uso con agentes espumantes de hidrocarburos, nuevas premezcladoras de polioles, sistemas de almacenamiento de hidrocarburos y equipos de seguridad para manipular sustancias inflamables. También podrían requerirse obras locales para el sistema de almacenamiento de hidrocarburos y modificaciones en las plantas. En algunas circunstancias, podría requerirse la reubicación de las plantas.

24. En la Tabla II.1 siguiente se presenta un resumen de los intervalos de costos adicionales de capital para varias aplicaciones de espumas. Estos costos se basan en empresas con sólo un distribuidor de espuma y equipos auxiliares en los equipos de base, y con un consumo de HCFC de 5, 25 ó 75 toneladas métricas (o 0,26, 2,8 u 8,3 toneladas PAO) para la fabricación de espumas rígidas, o 10 ó 30 toneladas métricas (o 1,1 ó 3,3 toneladas PAO) para la fabricación de espumas de revestimiento integral. Estos niveles de consumo representan operaciones típicas de pequeña escala, escala mediana y gran escala. El costo mínimo del intervalo se basa en la retroadaptación de todos los elementos de equipos requeridos, mientras que el costo máximo se basa en el costo de sustitución de los equipos antiguos por equipos nuevos, y representan los niveles absolutos. Los costos de transferencia de tecnología, capacitación y ensayo, que son un componente de los costos de capital, se calcularon con un nivel más alto que para la transición de CFC a HCFC debido a que se anticipa que se requerirán más actividades para optimizar las fórmulas de las espumas, con costos potencialmente más altos para los ensayos, tal como fue el caso con la transición al HCFC-141b.

25. Los cálculos demuestran que en todos los casos, excepto la conversión a tecnología a base de hidrocarburos, los costos de retroadaptación son mucho más bajos que para la opción de sustitución. En el caso de la conversión a tecnología a base de hidrocarburos, se observó que la diferencia entre el costo de una retroadaptación y el costo de la sustitución del distribuidor existente es mínima. Los costos adicionales de capital para el HFC-365mfc y el formiato metílico serían similares a aquellos para el HFC-245fa, excepto para el posible reemplazo de los depósitos de almacenamiento.

Tabla II.1: Resumen de intervalos de costos adicionales de capital para varias aplicaciones de espumas (\$EUA)

Aplicación de espumas	HFC-245fa/HFC-365mfc/ formiato metílico		Sistemas a base de agua		Pentano	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Paneles, tuberías concéntricas (<i>pipe-in-pipe</i>), <i>thermoware</i>, refrigeración doméstica y comercial						
Retroadaptación	20 000	60 000	15 000	55 000	375 000	710 000
Sustitución	135 000	250 000	130 000	245 000	405 000	780 000
Espuma pulverizada (*)						
Retroadaptación	15 000	55 000	15 000	55 000		
Sustitución	50 000	110 000	60 000	110 000		
Espuma de bloques discontinuos (caja) (**)						
Retroadaptación	15 000	55 000	15 000	40 000		
Sustitución	85 000	140 000	65 000	95 000		
Espuma de revestimiento integral						
Retroadaptación	40 000	70 000	75 000	125 000	265 000	405 000

(*) Debido a la inflamabilidad de los pentanos, la aplicación en el sitio resultaría inaceptable.

(**) Debido a la aplicación de espuma para cajas, el uso de pentano resultaría riesgoso.

Intervalos de costos adicionales de explotación

26. Los niveles de costos adicionales de explotación para la conversión de HCFC a tecnologías que no utilizan SAO dependen principalmente de la naturaleza de las nuevas fórmulas y los precios relativos de las sustancias químicas utilizadas en las mismas. Los costos relacionados con el aumento en la densidad de las espumas, cuando corresponde, y en las sustancias químicas de revestimiento dentro de los moldes en las espumas de revestimiento integral con agente espumante a base de agua aumentarían el nivel de costos de explotación. En el caso de las tecnologías a base de hidrocarburos, los costos adicionales de mantenimiento y uso de energía debido a la instalación de equipos nuevos y los costos adicionales de los seguros debido al uso de sustancias inflamables también aumentan los costos adicionales de explotación.

27. Las proporciones de ingredientes químicos principales en las fórmulas de las espumas, es decir, el agente espumante, el polioliol y el isocianato (MDI) y sus precios son los factores determinantes clave del nivel de gastos adicionales de explotación. Los precios de estos ingredientes químicos principales han variado en gran medida entre diferentes países que operan al amparo del Artículo 5 y continúan variando según se muestra en la Tabla II.2 a continuación. Según la experiencia con la eliminación de los CFC, esta situación ocasionaría importantes costos adicionales de explotación en una empresa y ahorros en otra empresa para el mismo tipo y cantidad de espuma producida, según el precio de algunos ingredientes o todos los ingredientes, y las diferencias de precios antes y después de la conversión.

Tabla II.2: Precios actuales de las sustancias químicas utilizadas en las fórmulas de las espumas

Sustancia química	Precios en \$EUA/kg	
	Bajo	Alto
HCFC-141b	1,40	3,50
MDI	1,50	3,50
Pentano	0,50	2,50
Ciclopentano	0,80	3,30
HFC-245fa	10,40	12,00
Formiato metílico	2,20	3,20

28. El aumento en la densidad de la espuma, que es una penalidad en los costos resultantes del costo del material de espuma adicional, tiene un importante impacto en los costos adicionales de explotación, ya que representa 50 por ciento o más de los costos de explotación totales en algunos casos¹⁸. Los niveles de aumentos en la densidad de la espuma utilizados en el cálculo de los costos adicionales de explotación se basaron en la transición de CFC-11 a HCFC-141b y deben ser examinados nuevamente para la eliminación del HCFC-141b. Sin embargo, la información actualmente disponible parece indicar que el aumento de densidad de la espuma no sería un problema en la conversión de HCFC a las alternativas que utilizan HFC y formiato metílico.

29. Se calcularon los intervalos de costos adicionales de explotación para las siguientes tecnologías de alternativa: sistemas a base de agua, hidrocarburos (tanto pentano como ciclopentano), HFC-245fa y formiato metílico. Los cálculos se basaron en las proporciones de ingredientes químicos principales en la fórmula de las espumas, sus precios¹⁹ y, según procediera, los factores que afectan el nivel de los costos adicionales de explotación determinados. Los cálculos se verificaron con los proyectos aprobados a fin de asegurar su uniformidad y exactitud.

¹⁸ Los niveles de aumento en la densidad de la espuma relacionados con diferentes aplicaciones de espumas fueron aprobados en la 31ª Reunión del Comité Ejecutivo (decisión 31/44) con intención de examinar nuevamente la cuestión en el futuro y hacer modificaciones según proceda.

¹⁹ Los precios del HCFC-141b, el pentano y el MDI se basaron sobre el intervalo de precios notificador en los informes de terminación de proyectos en el período de 2000 a 2006 en comparación con los precios más recientes proporcionados en marzo de 2008 por algunos de los países que operan al amparo del Artículo 5 por intermedio de los organismos bilaterales y de ejecución. Los precios del HFC-245fa y el formiato metílico se basaron en los precios proporcionados por los fabricantes. El precio más bajo del HFC-245fa es el precio de lista mundial notificador para contenedores a granel (isotank) mientras que el precio más alto es el precio estimativo para paquetes pequeños, basado sobre una diferencia del 15 por ciento.

Tabla II.3: Resumen de intervalos de costos adicionales de explotación anuales para varias aplicaciones de espumas por kilogramo métrico de HCFC-141-b eliminado (\$EUA/kg)²⁰

Agente espumante	Espumas rígidas		Espuma de revestimiento integral	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto
HFC-245fa	2,50	6,40	2,50	6,40
Formiato metílico	(0,30)	(1,90)	(0,30)	(1,90)
Sistemas a base de agua	0,85	1,75	3,55	12,78
Pentano	0,50	1,60	1,59	3,55
Ciclopentano	0,65	2,00		

30. Para demostrar el alcance de los costos adicionales de explotación en el nivel de las empresas, los costos adicionales unitarios medios de la tabla anterior se aplicaron a empresas de espumas rígidas con un consumo de HCFC-141b de 5 toneladas métricas (0,6 tonelada PAO), 25 toneladas métricas (2,8 toneladas PAO) y 75 toneladas métricas (8,3 toneladas PAO), durante un período de 2 años, lo que representa el plazo actual de los costos de explotación en el sector de espumas rígidas. Los costos adicionales de explotación indicativos se muestran en la Tabla II.4 a continuación.

Tabla II.4: Costos adicionales de explotación totales calculados a lo largo de dos años en el nivel de la empresa (\$EUA)

Tecnología	Consumo de la empresa (toneladas)					
	5,0 métricas (0,6 PAO)		25,0 métricas (2,8 PAO)		75,0 métricas (8,3 PAO)	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
HFC-245fa (50%)	21 750	33 060	108 750	165 300	326 250	495 900
HFC-245fa (75%)	47 850	55 680	239 250	278 400	717 750	835 200
Sistema a base de agua	7 395	15 225	36 975	76 125	110 925	228 375
Formiato metílico	(2 610)	(16 530)	(13 050)	(82 650)	(39 150)	(247 950)
Pentano	4 350	13 920	21 750	69 600	65 250	208 800
Ciclopentano	5 655	17 400	28 275	87 000	84 825	261 000

31. Se formularon las siguientes observaciones respecto del análisis de los costos adicionales de explotación:

- a) Se pueden lograr importantes reducciones en los costos adicionales de explotación cuando se sustituyen algunas cantidades de HFC-245fa por agua en las fórmulas de las espumas. Esto, sin embargo, depende de las compensaciones entre el ahorro y las propiedades de aislamiento de la espuma que desea lograr el productor de espuma;

²⁰ Los costos adicionales de explotación relacionados con la eliminación del HCFC.22 pueden resultar más altos que los montos calculados que se presentan en la tabla, dado que el HCFC-22 por lo general es más barato que el HCFC-141b.

- b) El uso de formiato metílico genera ahorros adicionales de explotación para aplicaciones de espumas tanto rígidas como de revestimiento integral debido a su precio relativamente bajo y bajo nivel de uso²¹;
- c) Para las aplicaciones de espumas rígidas cuando se realiza la conversión a tecnología a base de pentano, incluso cuando el agente espumante tiene un precio relativamente más bajo en comparación con otros agentes espumantes, así como un índice más bajo de utilización de alrededor de la mitad del índice del HCFC-141b que sustituiría, la conversión en general ocasionó costos adicionales de explotación elevados. Esto se debe al aumento en la densidad de la espuma y a los costos adicionales de mantenimiento, seguros y energía según los métodos de cálculo de los costos adicionales de explotación de los proyectos del Fondo Multilateral; y
- d) Los sistemas de HFC-245fa y a base de agua, especialmente en espumas de revestimiento integral en las que se usa revestimiento en el molde para mejorar la calidad de la espuma para satisfacer los requisitos del mercado, tienen los costos adicionales de explotación más elevados.

32. Dado que los costos adicionales de explotación serán un importante componente del costo general de los proyectos para eliminar los HCFC, se debe dar prioridad a abordar las cuestiones vinculadas con su cálculo (es decir, plazo, precios de las sustancias químicas y estructura de precios, densidades de las espumas y otros factores). En la eliminación de los HCFC, la naturaleza de las fórmulas, especialmente de los HFC y el formiato metílico, jugará un importante papel para determinar el nivel apropiado de costos adicionales de explotación para una empresa. Por lo tanto, puede ser necesario aplicar un enfoque algo diferente respecto de la preparación de los proyectos, con una mayor participación de los proveedores de los sistemas en una etapa más temprana que antes.

II.2 Consideración especial de las aplicaciones de espumas para electrodomésticos y que no son para electrodomésticos

33. En el contexto del Fondo Multilateral, la financiación para la eliminación del CFC-11 utilizado como agente espumante se ha suministrado tradicionalmente en el sector de espumas para empresas que fabrican espumas de poliuretano rígidas (conocida como espuma que no es para electrodomésticos) con umbrales de costo a eficacia de 7,83 EUA/kg. Sin embargo, se ha abordado para el sector de refrigeración para empresas que fabrican equipos de refrigeración doméstica y comercial (conocidas como espuma para electrodomésticos) con umbrales de costo a eficacia específicos del subsector de 13,76 \$EUA/kg para refrigeración doméstica y 15,21 \$EUA/kg para refrigeración comercial.

34. Una gran cantidad de proyectos del Fondo Multilateral para los sectores de refrigeración doméstica y comercial convirtieron el aislamiento de espumas a tecnologías que utilizan HCFC-141b, mientras que el componente de refrigerantes se convirtió a alternativas que no

²¹ El precio se encuentra dentro del mismo intervalo que el pentano y de la sustitución de una parte de HCFC-141b por 0,5 parte de formiato metílico.

utilizan HCFC. Por lo tanto, la etapa siguiente de conversión de HCFC-141b a alternativas que no utilizan SAO se debería abordar ahora en el sector de espumas. El Comité Ejecutivo pudiera necesitar considerar si la financiación para aplicaciones de espumas para electrodomésticos y que no son para electrodomésticos deberían tratarse de manera similar.

II.3 Conversión al uso de HCFC-142b en países que operan al amparo del Artículo 5

35. El HCFC-142b y el HCFC-22 se han usado ampliamente en los países que no operan al amparo del Artículo 5 como productos sustitutivos de los agentes espumantes con CFC desde principios de la década de 1990, especialmente en las placas de espumas para aislamiento de poliestireno extruido para la industria de la construcción. Dichos HCFC se han eliminado en la mayoría de estos países²².

36. Actualmente, la experiencia disponible en el Fondo Multilateral para la eliminación del HCFC-142b/HCFC-22 es muy limitada, y se restringe a las planchas y redes de espuma de poliestireno extruido. No obstante, en los últimos años, el fuerte desarrollo del mercado de aislantes en China y, en menor grado, en otros países que operan al amparo del Artículo 5, está impulsando la rápida introducción de empresas de poliestireno extruido que utilizan tecnologías a base de HCFC²³. Se debe estudiar más a fondo este subsegmento del sector de espumas en los países que operan al amparo del Artículo 5 pertinentes a fin de aclarar las cuestiones tecnológicas y de costos correspondientes.

II.4 Participación activa de los proveedores de sistemas (*systems houses*) en la eliminación de los HCFC

37. En la producción de espumas de poliuretano rígidas y de revestimiento integral, la mayoría de las empresas dependen de polioles que se premezclan a nivel comercial con el agente espumante y otros ingredientes esenciales (polioles premezclados) suministrados por compañías conocidas como proveedores de sistemas (*systems houses*). Durante la primera fase de la eliminación de CFC, los proveedores de sistemas desempeñaron un papel clave en la penetración de mercado del HCFC-141b en los países que operan al amparo del Artículo 5²⁴. Se aprobó financiación para una cantidad limitada de proveedores de sistemas para producir polioles premezclados que no fueran a base de CFC adecuados, así como para proporcionar transferencia de tecnología y capacitación para sus clientes (es decir, las empresas de espumas usuarias).

38. La transición de los HCFC a tecnologías que no utilizan SAO sería un verdadero reto en los países que operan al amparo del Artículo 5, considerando la disponibilidad limitada actual de los HFC y los posibles problemas de manipulación y procesamiento en algunas regiones cuando

²² Las principales tecnologías seleccionadas son: HFC-134a, HFC-152a, CO₂ (o CO₂/alcohol) e isobutano. Sin embargo, en Canadá y Estados Unidos, la eliminación ha resultado más difícil debido a los requisitos específicos de los productos, especialmente en el sector residencial. Por lo tanto, se espera que el uso de HCFC-142b and HCFC-22 continúe en estos países hasta 2010.

²³ Este sector por sí solo tiene un consumo por año de 20 000 toneladas métrica adicionales desde la evaluación anterior de 2001 (Informe de evaluación del Comité de Opciones Técnicas de Espumas Rígidas y Flexibles).

²⁴ Se aprobaron once proyectos grupales para 290 EPM centrados en proveedores de sistemas autóctonos locales para cuatro países a un costo total de 7,2 millones \$EUA. El impacto directo de la participación de los proveedores de sistemas fue una eliminación de más de 1 300 toneladas PAO de CFC-11.

se utilizan las tecnologías más nuevas, como por ejemplo el HFC-245fa. Para mitigar dichos problemas, se podría alentar a los proveedores de sistemas de los países que operan al amparo del Artículo 5, o bien brindarles apoyo con antelación a la fase de preparación del proyecto, para que analicen las posibilidades de desarrollar u optimizar fórmulas adecuadas para sus mercados locales, y quizá los países vecinos, donde los bajos niveles de consumo de HCFC no permitieran que el funcionamiento de un proveedor de sistemas resultara viable.

39. Otras esferas críticas que se podrían abordar por medio de la colaboración entre los proveedores de sistemas locales y la industria de espuma son las siguientes:

- a) Reducción de los costos de las fórmulas de las espumas basadas en agentes espumantes costosos (es decir, HFC-245fa o HCF-356mfc), proporcionando un producto de aislamiento competitivo en aplicaciones en las que el costo es una consideración importante (por ej., usando una mezcla con hidrocarburo y la espumación conjunta con agua);
- b) Desarrollo e introducción de polioles premezclados a base de hidrocarburos, que podrían acelerar el abandono de los HCFC en los países que operan al amparo del Artículo 5; y
- c) Capacitación y asistencia técnica para las empresas que seleccionaron tecnologías a base de HFC a fin de asegurar que dichas empresas lleven a cabo sus actividades de producción de una manera que presente el menor riesgo para el medioambiente mundial, por ejemplo limitando las emisiones de HFC durante la producción de espuma.

40. Los proyectos de demostración vinculados con los proveedores de sistemas interesados podrían ser una de las maneras de promover la optimización de los sistemas y la introducción de tecnologías de eliminación en la industria local.

III. COSTOS ADICIONALES DE LA ELIMINACIÓN DEL CONSUMO DE HCFC EN EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN

41. Actualmente, el HCFC-22 es la sustancia que más predominantemente se usa en el sector de refrigeración y aire acondicionado en los países que operan al amparo del Artículo 5. En 2006, 123 países que operan al amparo del Artículo 5 notificaron un consumo de HCFC-22 de 12 375 toneladas PAO (225 000 toneladas métricas) utilizadas en el sector de refrigeración y aire acondicionado para la fabricación de equipos nuevos (principalmente, acondicionadores de aire y, en menor medida, refrigeradores comerciales) y el servicio y mantenimiento de los equipos existentes²⁵. Existen otros HCFC que también se utilizan en el sector de refrigeración, especialmente HCFC-123 en enfriadores y HCFC-124 y HCFC-142b como refrigerantes de alternativa “*drop-in*” para el CFC-12. Dado que aparentemente no hay capacidad de fabricación dedicada en los países que operan al amparo del Artículo 5 para los productos que usan estos

²⁵ Se calcula que se ha utilizado un consumo adicional de 300 toneladas PAO (5 500 toneladas métricas) de HCFC-22 como agente espumante en combinación con HCFC-142b para la producción de espuma de poliestireno.

refrigerantes, y dado que las cantidades utilizadas son muy pequeñas en comparación con el HCFC-22, estos HCFC no se han investigado más a fondo en este documento.

III.1 Sectores y subsectores

42. En el sector del aire acondicionado, el HCFC-22 ha sido desde hace 60 años el refrigerante predominante; es decir, el refrigerante preferido para los sistemas de aire acondicionado de tamaño pequeño, mediano y grande (en este último caso, con la excepción de los enfriadores centrífugos). Aparentemente, prácticamente toda la capacidad de fabricación mundial de sistemas de aire acondicionado residencial pequeños está concentrada en una pequeña cantidad de países que operan al amparo del Artículo 5 (menos de 15). A los fines de este documento, la Secretaría ha definido los subsectores de aire acondicionado de habitaciones y de sistemas divididos (*split*), que también cubre productos residenciales; de aire acondicionado comercial con conductos y envasado, que son sistemas de tamaño mediano, aire a aire, utilizados por ejemplo en el techo de edificios comerciales más grandes; y de enfriadores de HCFC-22, que tienen capacidades de menos de 500 kW utilizados para acondicionamiento de aire así como para otras aplicaciones de enfriamiento de procesos en la industria. El sector de aire acondicionado está dominado por grandes industrias con plantas de fabricación centralizadas.

43. La refrigeración comercial es el subsector con la línea y variedad de productos más difusas, dado que todos los equipos de refrigeración usados en empresas comerciales y que no pertenecen explícitamente a otro subsector quedan comprendidos en esta categoría. Los productos se usan en gran medida, aunque no exclusivamente, en la venta minorista, para la exposición y venta de artículos refrigerados y congelados. Otras aplicaciones van desde enfriadores de agua hasta salas de almacenamiento para carnes y productos lácteos. La amplia variedad de aplicaciones y la atención de las necesidades específicas crea una industria muy dispersa, en la que unas pocas empresas grandes y muchas empresas pequeñas y medianas producen productos altamente personalizados. Allí, los límites entre algunas partes del sector de refrigeración comercial y el sector de servicio y mantenimiento son borrosos. Probablemente, se fabrican sistemas de refrigeración comercial tanto en países que son grandes consumidores como en la mayoría de los países de bajo volumen de consumo. El uso de HCFC-22 en el sector se ha visto impulsado, entre otras cosas, por la eliminación del CFC-12 y por el hecho de que los contratistas de servicio y mantenimiento y las pequeñas compañías tienen infraestructura para HCFC-22 disponible para el servicio y mantenimiento de equipos de aire acondicionado. Pueden simplificar sus operaciones en gran medida si usan el mismo refrigerante para el montaje y la carga de los equipos de refrigeración comercial y el servicio y mantenimiento.

III.2 Sustancias alternativas

44. Para los diferentes sectores, hay disponibles varios refrigerantes de alternativa. Técnicamente, existen muchas posibilidades para generar temperaturas bajas para refrigeración. Este documento se concentra en aquellas que, en este momento, tienen un nivel de desarrollo y de aplicación en el terreno que sugieren que podrían ser candidatas para la sustitución del HCFC-22 en los países que operan al amparo del Artículo 5 en el mediano plazo. Estas alternativas son esencialmente refrigerantes a base de HFC, hidrocarburos y amoníaco. En el Anexo IV se presenta una descripción detallada de las tecnologías alternativas.

45. Los HFC son refrigerantes con características generales similares a los CFC y HCFC; algunos detalles específicos de su tecnología resultan bien conocidos debido a la introducción del HFC-134a durante la eliminación del CFC-12. Todos los productos sustitutivos típicos del HCFC-22, que son los más difundidos en los países que no operan al amparo del Artículo 5, tienen un PCM mayor que el HCFC-22. Sólo el HFC-134a tiene un PCM más bajo que el HCFC-22 y se podría usar en algunas aplicaciones, especialmente las de menor capacidad. Para los países que operan al amparo del Artículo 5, aparentemente, estas aplicaciones cubren una gran proporción de los equipos que es probable que resulten admisibles para la financiación. El HFC-134a, hasta ahora, no se ha usado para sustituir el HCFC-22, por lo que no se dispone de datos de costos. Se han desarrollado diversos HFC para sustituir el HCFC-22 en aplicaciones específicas, que se han introducido satisfactoriamente y con gran difusión tanto en países que no operan al amparo del Artículo 5 como en países que operan al amparo de dicho artículo. Algunos, especialmente el HFC-410A, tienen características que requieren cambios sustanciales en el diseño de los equipos, la fabricación de componentes y los equipos de servicio y mantenimiento debido a sus presiones de trabajo más elevadas. Hay disponibles varias mezclas de HFC e hidrocarburos que permiten la conversión “*drop-in*” sencilla de equipos de HCFC-22 a alternativas sin SAO que pueden aplicarse en muchos casos.

46. Los hidrocarburos y el amoníaco son refrigerantes de bajo PCM, que se han usado en forma continua desde hace muchos años. Ambos plantean retos relacionados con la seguridad. Los hidrocarburos presentan alta inflamabilidad, y el amoníaco es inflamable y tóxico. Si bien la tecnología para manipular estos refrigerantes de forma segura es bien conocida, estas características ocasionan costos adicionales de capital más elevados en el momento de la conversión, así como restricciones respecto del uso de los equipos relacionados:

- a) Los hidrocarburos, especialmente el isobutano, propano y propileno son, al igual que el amoníaco, excelentes refrigerantes. Su inflamabilidad requiere manipulación segura en la fabricación y durante el servicio y mantenimiento, limita la cantidad de hidrocarburos cargados por equipo e impone restricciones respecto de la ubicación de las plantas de producción (fuera de zonas residenciales) y los equipos instalados (ventilación completa, lejos del contacto con el público en el caso de grandes cargas). Los hidrocarburos se han utilizado satisfactoriamente en refrigeradores, en los que son una tecnología completamente establecida y ampliamente utilizada, acondicionadores de aire pequeños y equipos de refrigeración comercial pequeños; y
- b) La tecnología de amoníaco se ha usado anteriormente en grandes plantas de refrigeración, especialmente en relación con el procesamiento de alimentos y en la industria química, y en grandes enfriadores. Los conocimientos y técnicas necesarios para montar equipos de refrigeración de amoníaco y prestarles servicio son diferentes de la tecnología para los CFC/HCFC/HFC. El amoníaco se usa actualmente en varios países que operan al amparo del Artículo 5, principalmente debido a motivos históricos, pero se ha comprobado que resulta difícil introducirlo en los países donde no hay usos anteriores.

47. La información disponible respecto de la eficiencia energética indica que hay, para la mayoría de las aplicaciones pertinentes, tanto un refrigerante de HFC como de bajo PCM que

pueden ofrecer la misma eficiencia energética, o incluso mejor, que la que ofrecen los equipos que utilizan HCFC-22. Esto podría, en algunos casos, requerir cambios importantes en el diseño o el uso de un compresor optimizado, lo que generaría aumentos de costos que, por ahora, pueden cuantificarse sólo caso por caso.

48. Es probable que, por lo menos durante la etapa inicial de eliminación de HCFC, las alternativas antes descritas representen todas las posibles opciones. Se han notificado nuevos desarrollos para algunos refrigerantes de bajo PCM que no son inflamables y tienen baja toxicidad, pero actualmente no resulta claro cuándo estarán disponibles y si, eventualmente, se comercializarán. El CO₂ se ha estado desarrollando como un refrigerante de alternativa durante los últimos 20 años, y actualmente se está usando en ensayos de demostración. Todavía no resulta claro si se usará a gran escala, y en qué circunstancias, dado que su diseño, componentes y, especialmente, características de servicio y mantenimiento son diferentes de otros refrigerantes.

III.3 Retos específicos en el sector de servicio y mantenimiento

49. El sector de servicio y mantenimiento es consumidor de HCFC-22 en todos los países que operan al amparo del Artículo 5, o por lo menos en la mayoría. Es probable que, donde quiera que se usan equipos de aire acondicionado, haya HCFC-22 presente para el servicio y mantenimiento. Si bien muchas unidades de aire acondicionado no requieren muchas reparaciones, la gran cantidad de unidades existentes, que aumenta rápidamente, ocasionará una demanda de servicio y mantenimiento general alta. El uso de HCFC-22 en refrigeración comercial está impulsando aun más la demanda de servicio y mantenimiento. La estructura del sector de servicio y mantenimiento resulta conocida por la eliminación del CFC-12. En los esfuerzos de eliminación de los CFC, las actividades de este sector se han agrupado, especialmente, con actividades relacionadas con las leyes y la aplicación de sistemas de otorgamiento de licencias y cupos, como parte de planes de gestión de refrigerantes y planes de gestión para la eliminación definitiva. Por lo tanto, también se proporciona una breve descripción general al respecto en este capítulo.

50. Es probable que una gran cantidad de países que operan al amparo del Artículo 5 registren consumo de HCFC exclusivamente en el sector de servicio y mantenimiento (que incluye el subsector de montaje y carga de equipos de refrigeración comercial). A diferencia de la situación para la eliminación de los CFC, cuando en la mayoría de los países por lo menos una parte de la fabricación (por ej., espumas suaves) era a base de CFC y se podría abordar para apoyar al país para cumplir con sus obligaciones de eliminación, en el caso de los HCFC muchos países que operan al amparo del Artículo 5 podrían no tener esa opción. Por varios motivos, no resulta posible abordar y supervisar el sector de servicio y mantenimiento en cada empresa. Por lo tanto, la eliminación de CFC en el contexto del Fondo Multilateral ha dependido principalmente en restricciones de la oferta por medio de sistemas de otorgamiento de licencias y cupos, permitiendo al mismo tiempo que el sector de servicio y mantenimiento hiciera frente a la caída en la oferta de CFC por medio de capacitación en buenas prácticas y la provisión de herramientas y equipos. El apoyo del Fondo para el sector de servicio y mantenimiento, al mismo tiempo, ha asegurado a los gobiernos que las reglamentaciones respecto de la oferta no causaran problemas importantes en el servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración. Los resultados de este enfoque han sido, hasta ahora, buenos en general. El nuevo reto que

plantea la eliminación de los HCFC es que la administración del lado de la demanda debe iniciarse mucho antes en el calendario de eliminación y continuar durante un plazo prolongado.

51. La demanda de HCFC-22 en el sector de servicio y mantenimiento está vinculada con la importación de equipos de aire acondicionado que utilizan HCFC-22 en los países que operan al amparo del Artículo 5. A fin de facilitar las reducciones subsiguientes del consumo para el sector de servicio y mantenimiento, parece apropiado considerar en el nivel nacional si resulta posible limitar las importaciones de equipos que utilizan HCFC-22, especialmente acondicionadores de aire, en una etapa temprana. Esto tendría repercusiones en la sincronización de la demanda para financiar la conversión de instalaciones de fabricación de acondicionadores de aire, especialmente de HCFC-22. Dichas instalaciones se deberán convertir en las primeras etapas, a fin de permitirles que suministren equipos de aire acondicionado sin HCFC a otros países que operan al amparo del Artículo 5.

52. Para que los países de bajo volumen de consumo puedan decidir acerca de los controles a la importación, debe haber suficiente apoyo para su sector de servicio y mantenimiento a fin de reducir al mínimo el consumo de HCFC y permitir el manejo apropiado de las alternativas. Por lo tanto, puede ser apropiado considerar la financiación de actividades de eliminación de HCFC en el subsector de servicio y mantenimiento y en los sectores relacionados (montaje, carga y usuarios finales) en los países donde predomina el consumo en el sector de servicio y mantenimiento en 2010 o inclusive antes, con miras a facilitar el cumplimiento de la medida de reducción del 10 por ciento en 2015. Todavía debe deliberarse acerca de la naturaleza y el volumen exactos de estas intervenciones, entre otras cosas, sobre la base de la experiencia con los planes de gestión de refrigerantes y los planes de gestión para la eliminación definitiva. Sin embargo, ya resulta evidente que algunos de los componentes principales de los planes de gestión para la eliminación definitiva, tales como apoyo para legislación y aplicación, actualización de los equipos de los técnicos y educación, así como supervisión de la aplicación, continuarán cumpliendo un papel importante. Estos componentes se relacionan generalmente con una gran proporción de la financiación requerida para los planes de gestión para la eliminación definitiva.

III.4 Consideraciones de costos

53. A fin de lograr una mejor comprensión de los posibles costos relacionados con la eliminación de los HCFC en el sector de refrigeración, se consultó a expertos con experiencia en países que operan al amparo del Artículo 5 para comprender la estructura de los sectores y subsectores. En un paso siguiente se intentó definir una o dos empresas típicas, que utilizaran HCFC y que desearan realizar la conversión, para cada subsector. Sobre la base de la experiencia con la eliminación de CFC, así como de los servicios de los expertos, listas de precios y otros datos disponibles, se pudo hacer un cálculo estimativo del intervalo de costos adicionales de capital y costos adicionales de explotación para cada una de las alternativas. El enfoque se basa en el supuesto de la sustitución o actualización de las instalaciones existentes durante su vida útil, conforme con la práctica aplicada durante el período de los proyectos de eliminación de CFC. Dado que varios de los subsectores no cuentan con directrices para determinar el plazo de los pagos de costos adicionales de explotación, todos los plazos de costos adicionales de explotación se normalizaron en un año, a fin de facilitar el cálculo rápido del impacto de los

diversos plazos de pago de costos más prolongados o más breves. En el Anexo IV se indican tecnologías alternativas para los diferentes subsectores, descripciones de dichos subsectores, y condiciones y resultados del cálculo de costos adicionales con los que se arriba a los intervalos de costos indicativos.

54. El enfoque de usar una empresa “típica” para determinar los costos adicionales de capital limita la incertidumbre en el cálculo del costo de conversión por empresa, dado que los rubros de costos de capital variarán sólo dentro de límites entre operaciones de diferente tamaño. No obstante, dado que no se conoce la cantidad de empresas de un sector, ni tampoco las líneas exactas de productos, no resultará posible realizar una extrapolación para determinar los costos de conversión para sectores completos en el futuro predecible. Se debe señalar que, en el caso de la eliminación de CFC, los costos de capital e inclusive los costos de rubros relacionados con los costos adicionales de explotación (compresores, aceites, refrigerantes) usualmente disminuyeron con el correr del tiempo y también mostraron importantes variaciones en diferentes mercados.

55. Los cálculos de costos para diferentes empresas modelo arrojan los resultados que se presentan en la Tabla III.1. Los costos de explotación se indican como costos anuales. Si el Comité Ejecutivo decidiera, por ejemplo, un plazo de cuatro años, los valores para los costos adicionales de capital indicados en la tabla aumentarían del modo consiguiente. Ya se han adoptado decisiones relacionadas para eliminar los CFC en determinados subsectores, pero el sector de refrigeración y aire acondicionado carece hasta ahora de precisiones de ese tipo.

56. El cálculo de costos adicionales de explotación realizado demuestra que a menudo representan una proporción mayor de los costos adicionales que lo que resultaba típico para los proyectos de eliminación de CFC. Se debe notar que los costos adicionales de explotación, siendo el único apoyo ofrecido por el Fondo que se paga realmente en efectivo, representan importantes incentivos. Por ejemplo, si se puede elegir entre varias tecnologías para un proyecto de conversión, es probable que la tecnología que resulta menos sostenible desde el punto de vista económico (es decir, la opción con el mayor aumento de costo por unidad) tenga los mayores costos adicionales de explotación relacionados.

Tabla III.1 Pronóstico de costos adicionales de capital y costos adicionales de explotación para plantillas de proyecto seleccionadas en el sector de refrigeración

Sector/sub-sector y tipo de equipo	Producción anual (unidad/año)	Costo adic. de capital (\$EUA)		Costo adic. de explotación (\$EUA)	Costo adic. de capital (\$EUA)		Costo adic. de explotación (\$EUA)	Costo adic. de capital (\$EUA)		Costo adic. de explotación (\$EUA)
		Máx.	Mín.	Anual	Máx.	Mín.	Anual	Máx.	Mín.	Anual
Aire acondicionado		R410A			R407C			R290		
AA de habitaciones y dividido	250 000	275 000	950 000	2 660 000	190 000	250 000	4 250 000	545 000	670 000	4 512 000
AA comercial en conductos y envasado**	1 000	245 000	145 000	36 600	120 000	80 000	28 500	n/c	n/c	n/c
	100									
Enfriadores	200	300 000	85 000	A determinar	n/c	n/c	n/c	n/c	n/c	n/c
Refrigeración comercial		R404A			R134a			R290		
Unidades autónomas: congelador comercial	1 000	35 000	35 000	15 000	35 000	35 000	11 000			
Unidades autónomas: máquinas de autoservicio	10 000							500 000	800 000	150 000
Unidades condensadoras	1 000	25 000	30 000	26 000	35 000	35 000	20 000			

IV. CUESTIONES AMBIENTALES

IV.1 Indicadores de impacto ambiental

57. La decisión XIX/6 requiere que las Partes “fomenten la selección de alternativas de los HCFC que limitan a un mínimo las repercusiones en el medio ambiente, en particular las repercusiones en el clima, y que cumplen otros requisitos sanitarios, de seguridad y económicos”. Esto plantea el desafío inmediato de evaluar una serie de impactos ambientales paralelos, la mayoría de los cuales se evaluarán utilizando diferentes indicadores ambientales y se medirán en términos diferentes.

58. Entre los indicadores que se podrían aplicar a la eliminación de HCFC se cuentan los siguientes:

- a) El valor de PAO como indicador utilizado en el marco del Protocolo de Montreal;
- b) El PCM²⁶ de la sustancia química de alternativa seleccionada;
- c) El efecto de las emisiones de las alternativas en el clima; el efecto causado por el consumo de energía relacionado con las características de los equipos que usan las alternativas; y/u otros efectos ambientales, tales como cuestiones relacionadas con la salud y la seguridad, y emisión de compuestos orgánicos volátiles; y

²⁶ El PCM es una medición que indica cuánto se calcula que una masa determinada de gases de efecto invernadero contribuye al calentamiento mundial. Es una escala relativa que compara el gas en cuestión con la misma masa de dióxido de carbono cuyo PCM es, por su propia definición, igual a 1.

- d) Una combinación de uno o más de los anteriores. Los ejemplos en los que se han adoptado dichos enfoques son el efecto de calentamiento total equivalente (TEWI²⁷) y, más recientemente, la repercusión climática durante el ciclo de vida (LCCP²⁸).

59. El proceso de selección de los indicadores apropiados y sus valores se debería realizar, presuponiendo los procedimientos normales del Fondo Multilateral, en forma conjunta entre el beneficiario y el organismo de ejecución. Esto constituirá probablemente un reto para la ejecución que se deberá examinar más a fondo si el Comité Ejecutivo así lo deseara.

IV.2 Aplicación de los indicadores

60. Una vez que se haya definido un indicador apropiado, el Comité Ejecutivo pudiera abordar el tema acerca de cómo aplicar dicho indicador. En el Protocolo de Montreal, el indicador de PAO se ha utilizado para establecer prioridades en el marco del Fondo Multilateral en relación con un umbral; los proyectos que se encuentran por encima de este umbral reciben una menor prioridad para la financiación (es decir, se elimina primero la SAO con el valor de PAO más alto).

61. La aplicación del indicador debe ser flexible, a fin de tener en cuenta que la mayoría de las tecnologías de alternativa a base de gases fluorados (HFC) tienen valores de PCM más altos que los HCFC que sustituyen. El mandato de la decisión XIX/6 puede interpretarse como evitar, como mínimo, el aumento del impacto en el clima debido a la eliminación de los HCFC. Al mismo tiempo, se debe reconocer que las condiciones que predominan en varios usuarios de HCFC de los países que operan al amparo del Artículo 5 son tales que algunas alternativas fluoradas resultan adecuadas para su situación y/o aplicación, mientras que otras alternativas con un PCM bajo no lo son. Sin embargo, se dispone de un valor de PCM para la mayoría de las sustancias de alternativa, con la excepción de los hidrocarburos y el formiato metílico, que a corto plazo se podría considerar que tiene un valor predeterminado de 25 (actualmente, interpretado como el extremo superior de la gama de opciones de hidrocarburos), sujeto a una determinación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático o el Grupo de Evaluación Científica.

62. Los beneficios y desventajas respecto de la eficiencia energética podrían agregarse al cálculo utilizando un enfoque de unidad funcional, adaptado para cada proyecto según la cartera de productos a los que se brinde apoyo. Sin embargo, para aplicar dicho enfoque, la cartera de productos de una empresa debería estar bien definida y ser relativamente estable. El cálculo también debería considerar la intensidad de carbono de la energía utilizada, que podría variar en diferentes partes de un país. Estas variaciones se podrían evaluar en el contexto del plan de gestión de eliminación de HCFC como una comparación entre diferentes opciones alternativas en un país determinado. Los cálculos resultantes pueden proporcionar las justificaciones de

²⁷ El TEWI es la suma del índice de calentamiento de gases de efecto invernadero y el dióxido de carbono emitido en la producción de energía para hacer funcionar el sistema de aire acondicionado.

²⁸ La evaluación de ciclo de vida (LCA) presenta un modelo de la interacción entre un producto y el medio ambiente desde el inicio hasta el fin de la vida útil. Dicha evaluación comprende dos pasos principales: una descripción de qué emisiones se producirán y qué materias primas se usan durante la vida útil de un producto, y una evaluación de los impactos de dichas emisiones y el agotamiento de la materia prima.

diferentes escenarios de costos. Es probable que una evaluación y verificación de la eficiencia energética de la tecnología elegida y una contabilización más exhaustiva de los beneficios para el clima resultarían muy complejas y costosas.

63. En el cálculo de los costos adicionales de los proyectos del Fondo Multilateral se han considerado y financiado las cuestiones relacionadas con la salud y la seguridad. Por ejemplo, se han proporcionado sistemas de ventilación mejorados para las empresas de espumas flexibles que reemplazan el CFC-11 por cloruro de metileno. También se ha proporcionado financiación para sensores de hidrocarburos, máquinas a prueba de explosiones, ventilación de emergencia y sistemas de alarmas para las empresas que seleccionaron tecnologías a base de hidrocarburos para sustituir los CFC, a fin de garantizar el funcionamiento seguro de las empresas. Este enfoque se continuaría aplicando en la eliminación de los HCFC.

IV.3 Incentivos

64. Para determinadas aplicaciones, a fin de lograr beneficios ambientales además de la protección de la capa de ozono, puede ser necesario introducir incentivos para los beneficiarios. Uno de los principios del Fondo Multilateral ha sido siempre financiar los costos adicionales de la eliminación de las SAO y permitir que el beneficiario decida acerca de su opción de tecnología dentro de umbrales de costo a eficacia establecidos.

65. Anteriormente, el Comité Ejecutivo ha elaborado una serie de conceptos que aseguran que se observen estos principios, proporcionando al mismo tiempo incentivos para que los beneficiarios elijan el camino a seguir. Por ejemplo, en el caso del subsector de fabricación de refrigeración, el umbral de costo a eficacia se aumentó 30 por ciento para los proyectos en los que se seleccionó una tecnología a base de hidrocarburos como tecnología de alternativa a los CFC. Se podría considerar un enfoque similar como un incentivo para una gran cantidad de EPM que pueden desear adoptar tecnologías de hidrocarburos como sustitutos de los HCFC. Se podría analizar el concepto de ventanas de financiación, en las que se reserva un nivel fijo de financiación para los proyectos que cumplen determinadas condiciones.

66. También es posible que, en algunos casos, la selección de una tecnología más compleja y por lo tanto más cara para eliminar los HCFC ofrezca mayores beneficios para el medio ambiente que otras tecnologías. Por ejemplo, una actualización de la conversión de los compresores a base de HCFC para los sistemas de aire acondicionado podría dar lugar al desarrollo de compresores de alta eficiencia, con importantes reducciones en el consumo de energía por parte de los usuarios finales. Estos beneficios adicionales podrían ser mayores que lo que podría sugerir el incremento de financiación relacionado.

67. El Comité Ejecutivo pudiera considerar los beneficios respecto del clima inicialmente en relación con aquellas normas que miden directamente los beneficios ambientales, tales como el PCM, y considerar medidas de eficiencia energética en el contexto de los planes de gestión de eliminación de HCFC en general.

IV.4 Otras consideraciones

68. Los proyectos apoyados por el Fondo Multilateral podrían crear importantes beneficios ambientales no sólo en relación con la capa de ozono, sino también respecto del cambio climático. Algunos de dichos beneficios podrían utilizarse, especialmente a través de la financiación para la reducción de las emisiones de carbono, para generar certificados canjeables relacionados con la reducción de emisiones. Dado que esto constituiría una financiación por partida doble, el Comité Ejecutivo podría considerar posibles maneras de limitarla.

V. INCENTIVOS Y OPORTUNIDADES DE COFINANCIACIÓN

69. Se pidió a la Secretaría que, al preparar este documento preliminar para el debate, considerase incentivos financieros y oportunidades de cofinanciación que resultarían pertinentes para asegurar que la eliminación de HCFC ofrezca beneficios conforme al párrafo 11 b) de la decisión XIX/6 de las Partes en el Protocolo.

70. Todos los proyectos del Fondo Multilateral se han aprobado como donaciones a empresas e instituciones beneficiarias de los países que operan al amparo del Artículo 5, con una pequeña cantidad de proyectos para los que se requirió cofinanciación, tal como en el caso de los enfriadores. El nivel de donaciones se ha determinado sobre la base de un análisis de los costos adicionales admisibles. Otros gastos, ya sea no admisibles o no adicionales relacionados con los proyectos han sido pagados, en muchas instancias, por las empresas beneficiarias. Los ejemplos de costos no adicionales pagados por las empresas son costos de construcción relacionados con la conversión de la planta, aumento de capacidad o actualizaciones de tecnología por encima del nivel básico. Éstos constituyen ejemplos de lo que podría considerarse cofinanciación del beneficiario en los proyectos del Fondo Multilateral²⁹. Estos costos no adicionales no han sido abordados y registrados por la Secretaría y, por lo tanto, no se puede suministrar información cuantitativa en este momento, dado que dichos datos deben aún recopilarse.

71. En el sector de servicio y mantenimiento de refrigeración, se han desarrollado programas de incentivos, especialmente para el sector de usuarios finales, como parte de los planes de gestión de refrigerantes, los planes de gestión para la eliminación definitiva y los planes de eliminación nacionales, en los que se otorga financiación parcial a los usuarios finales beneficiarios para retroadaptar o sustituir sus sistemas de refrigeración a base de SAO por tecnologías de refrigerantes de alternativa.

72. En la 45ª Reunión, el Comité Ejecutivo decidió establecer una ventana de financiación para la sustitución de los enfriadores centrífugos. Posteriormente, la Secretaría llevó a cabo, en los documentos 46/37, 47/20 y 47/21, un análisis de aspectos importantes y la experiencia pertinente. Varias de las conclusiones relacionadas también son válidas para el mandato de este documento. La ventana de financiación para la sustitución de enfriadores se estableció en la inteligencia de que la sustitución de los enfriadores antiguos a base de CFC por enfriadores con tecnologías de alternativa ofrecería múltiples beneficios.

²⁹ En otros mecanismos de financiación, estos costos se consideran “financiación de contraparte” o “cofinanciación”.

73. Los proyectos de enfriadores fueron aprobados en las 47^a y 48^a Reuniones, en la inteligencia de que la financiación se desembolsaría sólo cuando se hubiera garantizado la cofinanciación. En términos de cofinanciación, los proyectos de enfriadores se dividen en tres grupos: cofinanciación de los propietarios de los equipos, cofinanciación de fondos ambientales y cofinanciación ya sea a través de mercados de carbono o empresas de electricidad que tratan de reducir su carga de consumo. Los proyectos con cofinanciación de los propietarios fueron los primeros en ejecutarse, unos pocos meses después de que el Comité Ejecutivo aprobase los proyectos. A partir de los 18 meses después de la aprobación del proyecto comenzaron a materializarse importantes fondos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y otros fondos ambientales, que aún no se han establecido completamente. No ha habido fondos de instrumentos financieros internacionales, que requieren el establecimiento y aceptación de modelización de beneficios así como instrumentos de financiación complejos, a pesar de que se han logrado importantes progresos. Lo mismo puede decirse de los fondos de las empresas de electricidad.

74. Sobre la base de una evaluación del proceso necesario para alcanzar los objetivos de cumplimiento para 2013 y 2015, resulta claro que los proyectos se deberán desarrollar y ejecutar entre 2009 y 2014 para lograr las reducciones de consumo necesarias. La experiencia sugiere que es probable que se produzcan importantes demoras en los proyectos si éstos están vinculados con cofinanciación de fuentes diferentes de los propietarios. Este plazo deberá tomarse en cuenta al considerar la cofinanciación para los proyectos destinados a apoyar a los países para alcanzar los objetivos de cumplimiento en 2013 y 2015.

75. Por lo tanto, el tiempo de preparación prolongado necesario para movilizar cofinanciación podría significar que algunas cuestiones relacionadas deban ser consideradas por el Comité Ejecutivo en el futuro próximo, idealmente dentro de un plazo de aproximadamente 12 meses. Esto se relaciona con la necesidad de definir los objetivos que debe buscar el Comité Ejecutivo para atraer cofinanciación, así como un marco preliminar para los proyectos financiados de forma conjunta. Ambos son necesarios para lograr que las posibles entidades de cofinanciación comprendan las posibilidades de cooperación, y permitirían que dichas entidades adapten de manera oportuna su planificación de corriente de efectivo según las necesidades de financiación de los proyectos apoyados por el Fondo Multilateral para lograr la eliminación de los HCFC.

VI. RECOMENDACIONES

76. El documento identifica las siguientes como algunas cuestiones clave que deben considerarse con antelación como requisito previo para definir los niveles de financiación para la eliminación de los HCFC, así como establecer las bases para una eliminación de HCFC sostenible. El Comité Ejecutivo pudiera incluir estos elementos como parte de las cuestiones prioritarias a ser consideradas en su debate preliminar:

- a) Los costos adicionales de explotación y factores que influyen en su determinación, incluido el plazo de pago de los mismos, los precios de las sustancias químicas y las modalidades para establecer sus niveles de manera fiable;

- b) Sustitución de equipos de fabricación para dar cabida a la tecnología de alternativa bastante tiempo antes del fin de su vida útil;
- c) Indicadores ambientales y posibles incentivos para fomentar la selección de alternativas de los HCFC que limiten a un mínimo las repercusiones en el medio ambiente, en particular las repercusiones en el clima. En el corto plazo, debería darse prioridad a las actividades para eliminar los HCFC con los valores de PAO más altos para adoptar alternativas con un PCM bajo cuando sea posible o con otros beneficios ambientales, tales como la eficiencia energética;
- d) Otras cuestiones:
 - i) Cuestiones pendientes de la decisión XIX/6, especialmente la fecha límite para las empresas fabricantes nuevas y la admisibilidad de las segundas conversiones; y
 - ii) Cuestiones relacionadas con la cofinanciación.

ANNEX I

POLICIES FOR FUNDING HCFC PHASE-OUT

1. The evaluation of the incremental costs of all Multilateral Fund project has been based on the general principles agreed by the Parties to the Montreal Protocol at their 2nd Meeting¹, namely:

- (a) The most cost-effective and efficient option should be chosen, taking into account the national industrial strategy of the recipient Party. It should be considered carefully to what extent the infrastructure at present used for production of the controlled substances could be put to alternative uses, thus resulting in decreased capital abandonment, and how to avoid deindustrialization and loss of export revenues;
- (b) Consideration of project proposals for funding should involve the careful scrutiny of cost items listed in an effort to ensure that there is no double-counting;
- (c) Savings or benefits that will be gained at both the strategic and project levels during the transition process should be taken into account on a case-by-case basis, according to criteria decided by the Parties and as elaborated in the guidelines of the Executive Committee; and
- (d) The funding of incremental costs is intended as an incentive for early adoption of ozone protecting technologies. In this respect the Executive Committee shall agree which time scales for payment of incremental costs are appropriate in each sector.

I.1 Categories of incremental costs

2. On the basis of these principles, the Executive Committee has developed specific policies and guidelines of categories of incremental costs in different industrial applications. The two main categories of incremental costs are capital costs and operating costs:

- (a) Capital costs are typically related to the additional equipment that would be needed to replace ODSs with the alternative technology selected by the enterprise, technology transfer, technical assistance, training, trials and commissioning. They also include safety equipment and modifications to the enterprise when the technology selected is based on flammable substances. The size of the capital costs depends on the installed production capacity of the enterprise, the equipment available before the conversion, the alternative technology selected, and the location of the enterprise. Throughout the years, as the number of investment projects increased, the actual prices of major pieces of equipment required for the conversion were well established and used in the majority of the projects.
- (b) Incremental operating costs reflect changes in costs attributable to the conversion

¹ Appendix 1 of decision II/8 (Financial Mechanism).

to CFC alternatives and arising from changes in starting materials and chemicals used in the production process such as additives, propellants and blowing agents. Fluctuations in raw material prices leading to changes in incremental operating costs occur frequently², and vary widely at the local and regional levels³. Typically enterprises respond to these changes by passing the increases to their customers in an orderly manner and as market conditions allow;

- (c) The level of incremental operating costs is associated with their duration. According to decisions adopted by the Executive Committee, the duration for the application of incremental operating costs varies among sectors and sub-sectors⁴, as follows:
- (i) No operating costs for compressors;
 - (ii) For domestic refrigeration, ten per cent of incremental cost to be paid up-front, or six months of incremental operating costs calculated at current prices and paid up-front, or incremental operating costs for a duration of one year adjusted according to prevailing costs at the time of disbursement, when the modified plant was operating, whichever is greater;
 - (iii) Two years for commercial refrigerator, rigid and integral skin foam manufacturing plants; and
 - (iv) Four years for aerosol and flexible slabstock manufacturing plants.

I.2 Cost-effectiveness thresholds

3. In order to prioritize the approvals of investment projects, at its 16th Meeting in March 1995, the Executive Committee established cost-effectiveness threshold⁵ values for different sectors and sub-sectors, as shown in Table I.1 below. The values were established on the basis of project proposals that were fully prepared and submitted by implementing agencies, as well as proposals that were partially developed where costs and amounts of ODS to be phased out were roughly estimated.

² For example, the price of HCFC-141b dropped from US \$5.45/kg in 1993 to US \$3.40/kg in 1998, a reduction that is typical of pricing trends once a product is introduced, production is optimised, economies of scale increase and competition becomes established in the marketplace. Enterprises that received funding in 1993 when the price of HCFC-141b was at US \$5.45/kg were overcompensated for the incremental operating costs that they actually incurred (UNEP/OzL.Pro/ExCom/36/34).

³ According to the progress report on the implementation of the 2007 country programme submitted to the Fund Secretariat by Article 5 countries the 2006 price of HCFC-22 ranged from less than US \$1.00 to US \$30.00 per kilogram.

⁴ These are the sectors where HCFC technologies were chosen for phasing-out the use of CFCs in Article 5 countries.

⁵ The cost-effectiveness value is calculated as the ratio between the sum of the total incremental capital and operating costs and the total amount of ODS to be phased in kilograms ODP.

Table I.1. Sectoral cost-effectiveness threshold values established by the Executive Committee

Sector	Subsector	CE (US\$/kg ODP)
Aerosol	Hydrocarbon	4.40
Foam	General	9.53
	Flexible polyurethane	6.23
	Integral skin	16.86
	Polystyrene/polyethylene	8.22
	Rigid polyurethane	7.83
Halon	General	1.48
Refrigeration	Domestic	13.76
	Commercial	15.21
Solvent	CFC-113	19.73
	TCA	38.50

4. While adopting the threshold values, the Executive Committee recognized that the conversion from CFCs to hydrocarbon technology of domestic refrigerators manufacturing enterprises would require additional funding for the provision of safety equipment and agreed that when calculating the cost of domestic refrigeration projects the safety related costs be discounted in a way that ensures parity with other options⁶.

5. The Committee also recognized the special situation of low-volume consuming (LVC) countries and decided to reserve US \$6,630,000 for allocation to projects from these countries in addition to any funds received as a result of approval of projects from LVC countries that qualified under the cost effectiveness threshold values.

I.3 Small and medium-sized enterprises (SMEs)

6. Special consideration has been given by the Executive Committee to the phase-out of ODSs by small and medium-sized enterprises SMEs since its 22nd Meeting in May 1997, when it constituted a contact group to address issues related to SMEs.

7. Subsequently, at its 25th Meeting, the Executive Committee allocated US \$10 million from the resource allocation for 1999 for a funding window designed to facilitate pilot conversions of significant groups of small firms in the aerosol and foam sectors from non-LVC countries. The maximum allowable levels of consumption per enterprise were 25 ODP tonnes/year for flexible and extruded polyethylene/polystyrene foams and 10 ODP tonnes/year for flexible integral skin and rigid polyurethane foams. It was also decided that group projects should: be at a level of US \$1 million or less; have an overall cost-effectiveness of no more than 150 per cent of the level of the current cost-effectiveness threshold values; use the most cost-effective technologies reasonably available; and consider the possible use of centralized use of equipment and industrial rationalization. These projects should be submitted with a Government

⁶ The cost effectiveness threshold value for domestic refrigeration projects was adjusted at the 20th Meeting by discounting the numerator by 35 per cent which was sufficient to maintain parity between HCFC 141b/HFC 134a and cyclopentane/HFC 134a technology options in the domestic refrigeration sector (decision 20/45).

plan including policies and regulations designed to ensure that the specific level of agreed reduction to be achieved was sustained (decision 25/56).

I.4 Policies on HCFCs

8. As HCFCs are controlled substances under the Montreal Protocol, specific decisions addressing the phase-out of these ODSs have been taken by the Parties since their 5th Meeting in November 1993, and the Executive Committee since its 12th Meeting in March 1994. As reference, all relevant decisions adopted by the Parties to the Montreal Protocol and the Executive Committee regarding HCFCs are presented below in chronological order of adoption.

Fifth Meeting of the Parties (November 1993)

9. The Fifth Meeting of the Parties decided (decision V/8) that each Party is requested, as far as possible and as appropriate, to give consideration in selecting alternatives and substitutes, bearing in mind, *inter alia*, Article 2F, paragraph 7, of the Copenhagen Amendment regarding hydrochlorofluorocarbons, to:

- (a) Environmental aspects;
- (b) Human health and safety aspects;
- (c) The technical feasibility, the commercial availability and performance;
- (d) Economic aspects, including cost comparisons among different technology options taking into account:
 - (i) All interim steps leading to final ODS elimination;
 - (ii) Social costs;
 - (iii) Dislocation costs; and
- (e) Country-specific circumstances and due local expertise.

Twelfth Meeting of the Executive Committee (March 1994)

10. The Twelfth Meeting of the Executive Committee adopted the following recommendations on the use of transitional substances as substitutes for ozone depleting substances:

- (a) In view of the ongoing review requested of the Technology and Economic Assessment Panel by the Parties to the Montreal Protocol, the paper on The Use of Transitional Substances as Substitutes for Ozone Depleting Substances (UNEP/OzL.Pro/ExCom/12/34) may not be considered as a policy guideline but as a possible input to the work of the Open-ended Working Group of the Parties to the Montreal Protocol.

- (b) Meanwhile, consideration of the use of HCFC in the Multilateral Fund projects should be sector-specific and approved for use only in areas where more environment-friendly and viable alternative technologies are not available.

Fifteenth Meeting of the Executive Committee (December 1994)

11. The Fifteenth Meeting of the Executive Committee stated that, whenever possible, HCFCs should not be used. It further requested that the applicability of HCFCs in commercial refrigeration projects should be examined by an expert group, possibly the OORG, which should prepare a report for submission to the Executive Committee.

12. The Executive Committee also requested Implementing Agencies to take the following issue into consideration when preparing projects for domestic refrigerator insulation foam conversion:

- (a) As HCFCs were not controlled substances for Article 5 countries, incremental costs for conversion of HCFC-141b plants were not eligible for funding;
- (b) Implementing Agencies should note a presumption against HCFCs when preparing projects; and
- (c) Where HCFC projects were proposed, the choice of this technology should be fully justified and include an estimate of the potential future costs of second-stage conversion.

Nineteenth Meeting of the Executive Committee (May 1996)

13. The Executive Committee, noting the recommendation of the Sub-Committee (UNEP/OzL.Pro/ExCom/19/5, para. 12), decided (decision 19/2):

- (a) To take note of decision VII/3 of the Seventh Meeting of the Parties to control HCFCs and to note further that projects involving conversion to HCFCs should be considered in the light of that decision, as well as other relevant factors;
- (b) That in the future, in cases where conversion to HCFCs was recommended, the Implementing Agencies should be requested to provide a full explanation of the reasons why such conversion was recommended, together with supporting documentation that the criteria laid down by the Executive Committee for transitional substances had been met, and should make it clear that the enterprises concerned had agreed to bear the cost of subsequent conversion to non-HCFC substances; and
- (c) To request the Secretariat to prepare for examination by the Executive Committee at its Twentieth Meeting a paper on:
 - (i) The historical background to HCFC conversion projects;
 - (ii) What information on alternatives to HCFCs had been provided by the

Implementing Agencies to the applicant countries, and how that information had been received and acted upon; and

- (iii) The justifications given for the choice of one technology over another.

Twentieth Meeting of the Executive Committee (October 1996)

- 14. The Twentieth Meeting of the Executive Committee, decided (decision 20/48 (b, c)):
 - (a) To request the Implementing Agencies to ensure that adequate information on all alternative technologies was provided to enterprises converting from CFCs;
 - (b) To reaffirm paragraph (b) of its decision 19/2 which stated that, in cases where conversion to HCFCs was recommended, the Implementing Agencies should be requested to provide a full explanation of the reasons why such conversion was recommended, together with supporting documentation that the criteria laid down by the Executive Committee for transitional substances had been met, and should make it clear that the enterprises concerned had agreed to bear the cost of subsequent conversion to non-HCFC substances.

Eighth Meeting of the Parties (November 1996)

- 15. The Eighth Meeting of the Parties decided (decision VIII/13):
 - (a) That UNEP distribute to the Parties of the Montreal Protocol a list containing the HCFCs applications which have been identified by the Technology and Economic Assessment Panel, after having taken into account the following:
 - (i) The heading should read "Possible Applications of HCFCs";
 - (ii) The list should include a chapeau stating that the list is intended to facilitate collection of data on HCFC consumption, and does not imply that HCFCs are needed for the listed applications;
 - (iii) The use as fire extinguishers should be added to the list;
 - (iv) The use as aerosols, as propellant, solvent or main component, should be included, following the same structure as for other applications;
 - (b) That the Technology and Economic Assessment Panel and its Technical Options Committee be requested to prepare, for the Ninth Meeting of the Parties, a list of available alternatives to each of the HCFC applications which are mentioned in the now available list.

Twenty-third Meeting of the Executive Committee (November 1997)

- 16. The Twenty-third Meeting of the Executive Committee decided (decision 23/2):

- (a) To request the Fund Secretariat to produce a paper containing figures on an analysis of what projects were being submitted for funding using HCFC technologies, to see whether there existed any trend towards or away from HCFC use in specific sectors, particularly the foam sector;
- (b) To request the Secretariat to incorporate the following elements in the project evaluation sheets and, in the case of (i) below, in the list of projects and activities presented to the Committee for approval:
 - (i) Information on the conversion technology to be used;
 - (ii) A comprehensive outline of the reasons for selection of the HCFC technology, if used; and, where possible,
 - (iii) An indication of how long an enterprise intended to use a transitional HCFC technology.

Twenty-sixth Meeting of the Executive Committee (November 1998)

17. The Twenty-sixth Meeting of the Executive Committee decided (decision 26/26):
- (a) That the full information provided in the project document should be included in the project evaluation sheet;
 - (b) That where, upon review by the Fund Secretariat, a project proposal requesting HCFC technology was considered to provide inadequate information justifying the choice of that technology, the project should be submitted for individual consideration by the Sub-Committee on Project Review.

Twenty-seventh Meeting of the Executive Committee (March 1999)

18. The Executive Committee at its Twenty-seventh Meeting (decision 27/13) expressed its appreciation for the increased information/justification provided for the selection of HCFCs and noted that that was the level of information originally expected, and that at least that level was expected in the future; stressed to the Implementing Agencies that it considered this to be more than a paper exercise, and urged the Agencies to take seriously the obligations related to providing information on alternatives available; and decided, in recognition of Article 2F of the Montreal Protocol, to request that Implementing Agencies provide, for all future projects or groups of projects for HCFCs from any country, a letter from the Government concerned. In the letter, the country should:

- (a) Verify that it had reviewed the specific situations involved with the project(s) as well as its HCFC commitments under Article 2F;
- (b) State if it had nonetheless determined that, at the present time, the projects needed to use HCFCs for an interim period;
- (c) State that it understood that no funding would be available for the future

conversion from HCFCs for these companies.

Twenty-eighth Meeting of the Executive Committee (July 1999)

19. The Twenty-eighth Meeting of the Executive Committee decided (decision 28/28) that information on a possible study comparing costs of alternative technologies and the impact on their choice of support from the Multilateral Fund should be the subject of a separate agenda item for its Twenty-ninth Meeting, for consideration by the Executive Committee itself.

Eleventh Meeting of the Parties (December 1999)

20. The Eleventh Meeting of the Parties decided (decision XI/28) to request the Technology and Economic Assessment Panel to study and report by 30 April 2003 at the latest on the problems and options of Article 5 Parties in obtaining HCFCs in the light of the freeze on the production of HCFCs in non-Article 5 Parties in the year 2004. This report should analyze whether HCFCs are available to Article 5 Parties in sufficient quantity and quality and at affordable prices, taking into account the 15 per cent allowance to meet the basic domestic needs of the Article 5 Parties and the surplus quantities available from the consumption limit allowed to the non-Article 5 Parties. The Parties, at their Fifteenth Meeting in the year 2003, shall consider this report for the purpose of addressing problems, if any, brought out by the report of the Technology and Economic Assessment Panel.

Thirtieth Meeting of the Executive Committee (March 2000)

21. The Thirtieth Meeting of the Executive Committee decided (decision 30/1) to establish an open-ended contact group, with Sweden as convener, in order to consider the question of policy on HCFC use as an interim technology and that the outcome of the group's work would be discussed under "Other matters".

Thirty-fourth Meeting of the Executive Committee (July 2001)

22. The Thirty-fourth Meeting of the Executive Committee decided (decision 34/51) to request the Secretariat, in relation to all future projects which involved conversion to HCFC-141b, to include in the meeting documentation the letter from the Government concerned, explaining the reasons for the choice of the technology, as per Decisions 23/20 and 27/13.

Thirty-sixth Meeting of the Executive Committee (March 2002)

23. The Thirty-sixth Meeting of the Executive Committee decided (decision 36/56):
- (a) To take note with appreciation of the paper submitted by France;
 - (b) To request the Multilateral Fund Secretariat to update document UNEP/OzL.Pro/ExCom/36/34 with new costs for various options and to investigate the availability of non-ODS pre-blended polyol, and to submit the updated document and its findings for the consideration of the 39th Meeting;

- (c) To request Implementing Agencies to amplify the relevant enterprise information pursuant to Decision 20/48 with data concerning import restrictions into non-Article 5 countries and the cost situation for alternatives, and to inform the enterprises that they should acknowledge having received that information. The corresponding documentation should accompany the project proposal;
- (d) To request the Secretariat to send to the National Ozone Unit of the recipient country, a letter recalling that HCFC-141b projects would be excluded from funding in the future (no second conversion), with copies to the Ministries of the Environment and Foreign Affairs;
- (e) That the annual Executive Committee report to the Meeting of the Parties should state by country the amount of HCFC-141b consumption phased in through projects using HCFC as replacements, a consumption which would - in application of Decision 27/13 - be excluded from funding at future stages.

Thirty-eighth Meeting of the Executive Committee (November 2002)

24. The Thirty-eighth Meeting of the Executive Committee decided (decision 38/38) for projects to phase-out CFCs by conversion to HCFC technologies, Governments had officially endorsed the choice of technology and it had been clearly explained to them that no further resources could be requested from the Multilateral Fund for funding any future replacement for the transitional HCFC technology that had been selected.

Fourteenth Meeting of the Parties (November 2002)

25. The Fourteenth Meeting of the Parties (decision XIV/10), noting that the Intergovernmental Panel on Climate Change and the Technology and Economic Assessment Panel are invited by the Convention on Climate Change to develop a balanced scientific, technical and policy-relevant special report as outlined in their responses to a request by the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice of the Convention on Climate Change (UNFCCC/SBSTA/2002/MISC.23), decided to request the Technology and Economic Assessment Panel to work with the Intergovernmental Panel on Climate Change in preparing the report mentioned above and to address all areas in one single integrated report to be finalized by early 2005. The report should be completed in time to be submitted to the Open-ended Working Group for consideration in so far as it relates to actions to address ozone depletion and the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice of the Convention on Climate Change simultaneously.

Fifteenth Meeting of the Parties (November 2003)

26. The Fifteenth Meeting of the Parties decided:

- (a) That the Parties to the Beijing Amendment will determine their obligations to ban the import and export of controlled substances in group I of Annex C (hydrochlorofluorocarbons) with respect to States and regional economic organizations that are not parties to the Beijing Amendment by January 1 2004 in

accordance with the following:

- (i) The term “State not party to this Protocol” in Article 4, paragraph 9 does not apply to those States operating under Article 5, paragraph 1, of the Protocol until January 1, 2016 when, in accordance with the Copenhagen and Beijing Amendments, hydrochlorofluorocarbon production and consumption control measures will be in effect for States that operate under Article 5, paragraph 1, of the Protocol;
- (ii) The term “State not party to this Protocol” includes all other States and regional economic integration organizations that have not agreed to be bound by the Copenhagen and Beijing Amendments;
- (iii) Recognizing, however, the practical difficulties imposed by the timing associated with the adoption of the foregoing interpretation of the term “State not party to this Protocol,” paragraph 1 (b) shall apply unless such a State has by 31 March 2004:
 - (i) notified the Secretariat that it intends to ratify, accede or accept the Beijing Amendment as soon as possible;
 - (ii) certified that it is in full compliance with Articles 2, 2A to 2G and Article 4 of the Protocol, as amended by the Copenhagen Amendment;
 - (iii) submitted data on (i) and (ii) above to the Secretariat, to be updated on 31 March 2005, in which case that State shall fall outside the definition of “State not party to this Protocol” until the conclusion of the Seventeenth Meeting of the Parties;
- (b) That the Secretariat shall transmit data received under paragraph 1 (c) above to the Implementation Committee and the Parties;
- (c) That the Parties shall consider the implementation and operation of the foregoing decision at the Sixteenth Meeting of the Parties, in particular taking into account any comments on the data submitted by States by 31 March 2004 under paragraph 1 (c) above that the Implementation Committee may make.

Forty-second Meeting of the Executive Committee (April 2004)

27. The Forty-second Meeting of the Executive Committee decided (decision 42/7):
- (a) To request the Government of Germany to take into account the views expressed on the eligibility of funding HCFC phase-out management studies by the Multilateral Fund at the 42nd Meeting of the Executive Committee, in the informal group meeting and, in addition, further submissions of additional ideas and opinions sent by e-mail to GTZ-Proklima, as the German bilateral Implementing Agency, provided that they were received 10 weeks prior to the 43rd Meeting of the Executive Committee; and

- (b) Also to request the Government of Germany to circulate to the Executive Committee, through the United Kingdom delegation, a policy paper on the issues of the responsibility of the Multilateral Fund and potential eligibility requirements for such a study and to reformulate the project proposal for submission and consideration at the 43rd Meeting of the Executive Committee on that basis.

Forty-third Meeting of the Executive Committee (July 2004)

28. The Forty-third Meeting of the Executive Committee decided (decision 43/19):

- (a) To note that:
 - (i) The May 2003 Technology and Economic Assessment Panel's HCFC Task Force Report predicted a dramatic increase in HCFC consumption in China in the foreseeable future;
 - (ii) The intent of the proposed project was also to allow utilization of its results for all Article 5 countries; and
 - (iii) Established Executive Committee policies did not support conversion of capacity installed after July 1995 nor a second conversion and the study was therefore not aiming at preparing or initiating any conversion projects;
- (b) To approve the project "Development of a suitable strategy for the long-term management of HCFCs, in particular HCFC-22, in China", addressed in documents UNEP/OzL.Pro/ExCom/43/21 and UNEP/OzL.Pro/ExCom/43/51, at the level of funding of US \$300,300 plus support costs for the Government of Germany of US \$39,039 on an exceptional basis on the condition that, as one of the outcomes, a study would look into the effects of management of HCFCs in China and in other Article 5 countries; and
- (c) To further note that:
 - (i) A schedule for the study, indicating a project duration of 21 months, had been submitted to the Fund Secretariat. Both the Government of Germany and the Government of China would strive to adhere to that schedule;
 - (ii) The Government of China intended to use relevant outcomes of the study as a basis for subsequent national action by the Government and expected that such action would take place within three years after finalization of the study; and
 - (iii) Interested Executive Committee members and Implementing Agencies would be invited to participate in an informal advisory group, which might discuss survey methodologies, the evaluation of information gathered, and policies.

Nineteenth Meeting of the Parties (September 2007)

29. The Nineteenth Meeting of the Parties agree (decision XIX/6) to accelerate the phase out of production and consumption of hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), by way of an adjustment in accordance with paragraph 9 of Article 2 of the Montreal Protocol and as contained in annex III to the report of the Nineteenth Meeting of the Parties, on the basis of the following:

- (a) For Parties operating under paragraph 1 of Article 5 of the Protocol (Article 5 Parties), to choose as the baseline the average of the 2009 and 2010 levels of, respectively, consumption and production; and
- (b) To freeze, at that baseline level, consumption and production in 2013;
 - (i) For Parties operating under Article 2 of the Protocol (Article 2 Parties) to have completed the accelerated phase out of production and consumption in 2020, on the basis of the following reduction steps:
 - (ii) By 2010 of 75 per cent;
 - (iii) By 2015 of 90 per cent;
 - (iv) While allowing 0.5 per cent for servicing the period 2020–2030;
- (c) For Article 5 Parties to have completed the accelerated phase out of production and consumption in 2030, on the basis of the following reduction steps:
 - (i) By 2015 of 10 per cent;
 - (ii) By 2020 of 35 per cent;
 - (iii) By 2025 of 67.5 per cent;
 - (iv) While allowing for servicing an annual average of 2.5 per cent during the period 2030–2040;
- (d) To agree that the funding available through the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol in the upcoming replenishments shall be stable and sufficient to meet all agreed incremental costs to enable Article 5 Parties to comply with the accelerated phase out schedule both for production and consumption sectors as set out above, and based on that understanding, to also direct the Executive Committee of the Multilateral Fund to make the necessary changes to the eligibility criteria related to the post-1995 facilities and second conversions;
- (e) To direct the Executive Committee, in providing technical and financial assistance, to pay particular attention to Article 5 Parties with low volume and very low volume consumption of HCFCs;

- (f) To direct the Executive Committee to assist Parties in preparing their phase-out management plans for an accelerated HCFC phase-out;
 - (g) To direct the Executive Committee, as a matter of priority, to assist Article 5 Parties in conducting surveys to improve reliability in establishing their baseline data on HCFCs;
 - (h) To encourage Parties to promote the selection of alternatives to HCFCs that minimize environmental impacts, in particular impacts on climate, as well as meeting other health, safety and economic considerations;
 - (i) To request Parties to report regularly on their implementation of paragraph 7 of Article 2F of the Protocol;
 - (j) To agree that the Executive Committee, when developing and applying funding criteria for projects and programmes, and taking into account paragraph 6, give priority to cost-effective projects and programmes which focus on, inter alia:
 - (i) Phasing-out first those HCFCs with higher ozone-depleting potential, taking into account national circumstances;
 - (ii) Substitutes and alternatives that minimize other impacts on the environment, including on the climate, taking into account global-warming potential, energy use and other relevant factors;
 - (iii) Small and medium size enterprises;
 - (k) To agree to address the possibilities or need for essential use exemptions, no later than 2015 where this relates to Article 2 Parties, and no later than 2020 where this relates to Article 5 Parties;
 - (l) To agree to review in 2015 the need for the 0.5 per cent for servicing provided for in paragraph 3, and to review in 2025 the need for the annual average of 2.5 per cent for servicing provided for in paragraph 4 (d);
 - (m) In order to satisfy basic domestic needs, to agree to allow for up to 10% of baseline levels until 2020, and, for the period after that, to consider no later than 2015 further reductions of production for basic domestic needs;
 - (n) In accelerating the HCFC phase out, to agree that Parties are to take every practicable step consistent with Multilateral Fund programmes, to ensure that the best available and environmentally-safe substitutes and related technologies are transferred from Article 2 Parties to Article 5 Parties under fair and most favourable conditions.
30. The Nineteenth Meeting of the Parties also decided (decision XIX/8):
- (a) To request the Technology and Economic Assessment Panel to conduct a scoping

study addressing the prospects for the promotion and acceptance of alternatives to HCFCs in the refrigeration and air-conditioning sectors in Article 5 Parties, with specific reference to specific climatic conditions and unique operating conditions, such as those as in mines that are not open pit mines, in some Article 5 Parties;

- (b) To request the Technology and Economic Assessment Panel to provide a summary of the outcome of the study referred to in the preceding paragraph in its 2008 progress report with a view to identifying areas requiring more detailed study of the alternatives available and their applicability.

Fifty-third Meeting of the Executive Committee (November 2007)

31. The Fifty-third Meeting of the Executive Committee decided (decision 53/37):

- (a) That ratification of or accession to the Copenhagen Amendment was the prerequisite for an Article 5 Party to access Multilateral Fund funding for phasing out the consumption of HCFCs;
- (b) That ratification of or accession to the Beijing Amendment was the prerequisite for an Article 5 Party to access Multilateral Fund funding for phasing out the production of HCFCs;
- (c) That, in the case of a non-signatory country, the Executive Committee might consider providing funding for conducting an HCFC survey and the preparation of an accelerated HCFC phase-out management plan, with the commitment of the government to ratify or accede to the necessary Amendment and on the understanding that no further funding would be available until the Ozone Secretariat had confirmed that the government had ratified or acceded to that Amendment, through the deposit of its instrument in the Office of the United Nations Headquarters in New York;
- (d) That the existing policies and guidelines of the Multilateral Fund for funding the phase-out of ODS other than HCFCs would be applicable to the funding of HCFC phase-out unless otherwise decided by the Executive Committee in light of, in particular, decision XIX/6 of the Nineteenth Meeting of the Parties;
- (e) That institutions and capacities in Article 5 countries developed through Multilateral Fund assistance for the phase-out of ODS other than HCFCs should be used to economize the phase-out of HCFCs, as appropriate;
- (f) That stable and sufficient assistance from the Multilateral Fund would be provided to guarantee the sustainability of such institutions and capacities when deemed necessary for the phase-out of HCFCs;
- (g) That the production sector sub-group would be reconvened at the 55th Meeting to consider issues pertaining to the phase-out of HCFC production, taking into account decision XIX/6 of the Nineteenth Meeting of the Parties and the

following issues, as well as further elaboration and analysis of those issues to be prepared by the Secretariat in consultation with technical experts:

- (i) The continued applicability of the current approach to funding HCFC production phase-out being based on the assumption of plant closures;
 - (ii) The timing of funding HCFC production phase-out in view of the long duration between the HCFC freeze in 2013 and the final phase-out in 2030, taking into consideration that production and consumption phase-out could take place simultaneously;
 - (iii) The eligibility of the CFC/HCFC-22 swing plants in view of the commitment in the CFC production phase-out agreement not to seek funding again from the Multilateral Fund for closing down HCFC facilities that use the existing CFC infrastructure;
 - (iv) The cut-off date for funding eligibility of HCFC production phase-out;
 - (v) Other measures that could facilitate management of HCFC production phase-out; and
 - (vi) Other issues related to the HCFC production sector, taking in account subparagraph (g)(ii) above.
- (h) That the Secretariat would work with the implementing agencies to examine the existing guidelines for country programmes and sector plans (decision taken at the 3rd Meeting of the Executive Committee and decision 38/65), and propose draft guidelines to the 54th Meeting for the preparation of HCFC phase-out management plans incorporating HCFC surveys, taking into consideration comments and views relating to such guidelines expressed by Executive Committee members at the 53rd Meeting and the submissions to the 54th Meeting referred to in paragraph (l) below, and that the Executive Committee would do its utmost to approve the guidelines at its 54th Meeting;
- (i) That the Secretariat, in consultation with technical experts with knowledge of experiences in Article 5 countries with different levels of development and non-Article 5 countries, would prepare by 25 March 2008 a preliminary discussion document providing analysis on all relevant cost considerations surrounding the financing of HCFC phase-out, taking into account the views expressed by Executive Committee Members in the submissions referred to in paragraph (l) below, and including:
- (i) Information on the cost benchmarks/ranges and applicability of HCFC substitute technologies; and
 - (ii) Consideration of substitute technologies, financial incentives and opportunities for co-financing which could be relevant for ensuring that the HCFC phase-out resulted in benefits in accordance with

paragraph 11(b) of decision XIX/6 of the Nineteenth Meeting of the Parties;

- (j) That the current classifications of low-volume-consuming (LVC) countries and small and medium-sized enterprises (SMEs) should be maintained until the cost-effectiveness thresholds of HCFC phase-out had been developed and the potential impact of those thresholds on LVC countries and SMEs had become better known. It would then be possible to review those classifications including a classification for very low-volume consuming countries, and current policies and funding arrangements targeting those countries and enterprises;
- (k) To note that the following cut-off dates for funding HCFC phase-out had been proposed:
 - (i) 2000 (Cap of HCFC production/consumption in one major country);
 - (ii) 2003 (Clean Development Mechanism);
 - (iii) 2005 (proposal for accelerated phase-out of HCFCs);
 - (iv) 2007 (Nineteenth Meeting of the Parties);
 - (v) 2010 (end of the baseline for HCFCs);
 - (vi) Availability of substitutes;
- (l) As a matter of priority, and taking into account paragraphs 5 and 8 of decision XIX/6 of the Nineteenth Meeting of the Parties, to invite Executive Committee Members to submit their views on the following issues to the Secretariat, by 15 January 2008, with the understanding that the Secretariat would make the submissions available to the 54th Meeting:
 - (i) Elements the Secretariat should consider in the draft guidelines for the preparation of national HCFC phase-out management plans;
 - (ii) Cost considerations to be taken into account by the Secretariat in preparing the discussion document referred to in paragraph (i) above;
 - (iii) Cut-off date for funding eligibility; and
 - (iv) Second-stage conversions;
- (m) To approve 2008 expenditure of up to US \$150,000 to cover the costs of consultations with technical experts and other stakeholders required for the preparation of the documents referred to in the present decision.

ANNEX II

OVERVIEW OF HCFC USES

1. HCFCs have been used as early as 1936 when HCFC-22 was commercialized as a refrigerant. Production and consumption levels of HCFCs were substantially increased as a result of new applications particularly in the air conditioning sector as well as the Montreal Protocol, since several countries selected these substances as interim replacements of CFCs and other controlled substances.

2. As a consequence, global production of HCFCs reached 37,749 ODP tonnes (549,941 metric tonnes) in 2000 while the global consumption reached 38,219 ODP tonnes (546,996 metric tonnes) in the same year of which Article 5 countries accounted for 23 per cent. Since then, HCFC production and consumption levels have been reduced worldwide as a result of their phase-out in non-Article 5 countries.

3. However, against the global reduction trend, a substantial growth in HCFC production and consumption occurred in Article 5 countries¹ resulting in this group of countries accounting for nearly 80 per cent of the global production and over 75 per cent of the global consumption, as shown in Table II.1 below:

Table II.1 Levels of production and consumption of HCFCs (*)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
HCFC production							
In ODP tonnes:							
Non-Article 5 countries	29,981	26,176	25,271	17,095	14,180	11,863	7,075
Article 5 countries	7,768	8,460	10,482	13,629	17,589	20,543	27,003
Total ODP tonnes production	37,749	34,635	35,753	30,724	31,769	32,406	34,078
In metric tonnes:							
Non-Article 5 countries	420,785	359,889	335,577	254,287	221,251	205,779	118,044
Article 5 countries	129,156	140,358	165,778	211,580	276,476	326,518	413,659
Total metric tonnes production	549,941	500,247	501,355	465,867	497,727	532,297	531,703
HCFC consumption							
In ODP tonnes:							
Non-Article 5 countries	25,219	23,360	22,333	14,865	10,975	10,278	7,120
Article 5 countries	13,000	12,435	13,403	15,826	19,783	21,536	28,040
Total ODP tonnes consumption	38,219	35,795	35,736	30,691	30,758	31,814	35,160
In metric tonnes:							
Non-Article 5 countries	347,741	321,823	291,318	225,013	185,019	182,326	122,107
Article 5 countries	199,255	191,854	201,023	230,354	287,407	329,104	396,099
Total metric tonnes consumption	546,996	513,677	492,341	455,367	472,426	511,430	518,206

(*) Data reported under Article 7 of the Montreal Protocol

¹ This category includes data from the Republic of Korea, Singapore and United Arab Emirates, representing countries that have so far not received assistance from the Multilateral Fund.

II.1 HCFCs consumption in Article 5 countries

4. Based on an analysis of HCFC data reported by Article 5 countries under Article 7 of the Montreal Protocol, it was noted that:

- (a) HCFC-141b, HCFC-142b and HCFC-22 accounted for more than 99 per cent of the total amounts of HCFCs that were produced or consumed in 2006;
- (b) Consumption of HCFC-22 represented 48.5 per cent of the total consumption of HCFCs in 2006, while consumption of HCFC-141b and HCFC-142b represented 43.5 and 7.2 per cent respectively of the total HCFC consumption;
- (c) Seventy one countries reported a total HCFC consumption below 360 ODP tonnes in 2006 while 29 other countries either report zero consumption or not reported consumption (27 of these countries are currently classified as LVC countries);
- (d) HCFC-142b increased significantly from 106.5 ODP tonnes (1,639 metric tonnes) in 2000 to 2,029.9 ODP tonnes (31,229 metric tonnes) in 2006. Consumption of HCFC-141b increased by 19 per cent while consumption of HCFC-22 increased by 8 per cent over the same period;
- (e) In 2006, the total production and consumption of HCFCs by Republic of Korea, Singapore and United Arab Emirates amounted to 146.5 ODP tonnes (6,764 metric tonnes) and 1,016.2 ODP tonnes (33,372 metric tonnes) respectively. These three Article 5 countries have not received any assistance from the Multilateral Fund for phasing out their production and consumption of ODSs;
- (f) For the purpose of comparison, the total consumption of CFCs reported by all Article 5 countries under Article 7 amounted to 189,830 metric tonnes in 1995, which represented the maximum amount ever reported. The total 2006 consumption of HCFCs in metric tonnes is more than two times the CFC consumption reported in 1995.

5. Consumption of HCFC-141b and HCFC-142b was reported only in 43 and 21 Article 5 countries respectively in 2006. Twenty² of the 43 countries reported consumption of HCFC-141b consumption below 10 ODP tonnes (91 metric tonnes). Similarly, 18³ of 21 countries reported consumption of HCFC-142b below 10 ODP tonnes (154 metric tonnes). Thus, virtually three countries accounted for the entire HCFC-142b consumption of Article 5 countries in 2006. These levels of HCFC consumption point to a large number of SMEs among Article 5 countries with respect to HCFCs.

² Including 1,028.7 ODP tonnes (9,352 metric tonnes) consumed by Republic of Korea, Singapore and United Arab Emirates.

³ Including 126.7 ODP tonnes (1,949 metric tonnes) consumed by Republic of Korea and Singapore.

6. Seventy three⁴ of the 117 Article 5 countries that reported consumption of HCFC-22⁵ in 2006 had consumption below 10 ODP tonnes (182 metric tonnes). It appears that the consumption of HCFC-22 in these countries is mainly for servicing refrigeration systems.

7. The number of countries by level of consumption and type of HCFC is presented in Table II.2 below.

Table II.2 Number of countries by level of HCFC consumption in 2006 (ODP tonnes)

HCFC	<10	>10 and <50	>50 <100	>100 <1,000	>1,000	Total
HCFC-141b**	22	8	6	6	1	43
HCFC-142b**	18		1	1	1	21
HCFC-22(*)	73	20	7	16	1	117

(*) An additional 16 countries had reported HCFC-22 consumption in 2005.

II.3 Sectoral distribution of HCFCs

8. The only information on the sectoral uses of HCFCs in Article 5 countries available at the Fund Secretariat was that contained in the preliminary surveys on HCFCs undertaken by the Government of Germany for China⁶ and UNDP for 12 selected Article 5 countries⁷. Some of the results of these surveys were the following:

- (a) Excluding HCFC feedstock consumption, about 4,950 ODP tonnes of HCFC-22 were used in China in 2004 as refrigerant and 550 ODP tonnes as foaming agent and in the aerosol sector. The largest share of HCFC-22 consumption in China is for room air-conditioners, with a total production of 67.6 million units in 2005. During the next ten years, the use of HCFC-22 is likely to increase to about 16,500 ODP tonnes for domestic consumption, unless constrained by policy and technology improvements;
- (b) The room air-conditioner and the expanded polystyrene foam sub-sectors in China are expected to grow at an annual rate of 7 per cent and 9 per cent, respectively;
- (c) According to the surveys conducted by UNDP, the two main industrial sectors where HCFCs are currently consumed in Article 5 countries are the foam sector (32.5 per cent of the total consumption) and the refrigeration sector (66.2 per cent). The remaining consumption is in the aerosol (0.2 per cent), fire extinguisher (0.1 per cent) and solvent (1.0 per cent) sectors; and
- (d) The breakdown of HCFC use by manufacturing versus servicing sectors in countries covered by UNDP's surveys are country dependent as shown below:

⁴ Including 1,213.9 ODP tonnes (22,071 metric tonnes) consumed by Republic of Korea, Singapore and United Arab Emirates.

⁵ An additional 16 countries Article 5 countries had reported HCFC-22 consumption in 2005. Republic of Korea, Singapore and United Arab Emirates are excluded from the analysis.

⁶ UNEP/OzL.Pro/ExCom/51/Inf. 3.

⁷ UNEP/OzL.Pro/ExCom/51/Inf. 2.

Country	Manufacturing (%)	Servicing (%)
Argentina	38.0	59.0
Brazil	45.0	52.0
Colombia	59.0	31.0
India	79.0	20.0
Indonesia	56.0	44.0
Iran	83.0	17.0
Lebanon	31.0	69.0
Mexico	64.0	35.0
Venezuela	21.0	77.0

II.4 HCFC technology in Multilateral Fund projects

9. Since the inception of the Multilateral Fund in 1991, the Executive Committee has approved 858 stand-alone investment projects in 47 Article 5 countries where HCFCs have been selected as the technology to replace CFC consumption, partially or totally⁸. Additionally, sectoral phase-out plans in the foam and refrigeration sectors and the conversion of CFC-12 compressors to HCFC-22-based systems have also been approved by the Executive Committee in a few Article 5 countries. The sectoral distribution of the stand-alone projects is presented in Table II.3 below:

Table II.3 Sectoral distribution of Multilateral Fund stand-alone projects with HCFC replacement technology

Sector	Projects	Countries
Foam	491	31
Refrigeration(*)	364	44
Solvent	3	2
Total	858	

(*) Compressor projects converted to HCFC-22 technology are not included.

10. Over 40,000 ODP tonnes of CFCs have been replaced by HCFC technologies, mainly HCFC-141b in foam applications including foam insulation in domestic refrigerator manufacturing enterprises, and HCFC-22 as a refrigerant and to a lesser extent as a foam blowing agent. The total amount of HCFC-141b and HCFC-22 consumption phased in through projects using HCFCs as a replacement of CFC-11 and CFC-12 amounts to over 3,700 ODP tonnes⁹, as shown in Table II.4 below.

⁸ Inventory of Approved Projects, including projects approved at the 53rd Meeting of the Executive Committee.

⁹ This analysis has not included the amounts phased in from refrigeration manufacturing enterprises and a few foam enterprises covered under multi-year national phase-out plans since composite phase-out data for these plans are not yet available, although it is to be expected that the conversion technologies and their outcomes will be similar to those of the projects implemented as individual, umbrella projects or specific sector plans. It is also expected that these figures are relatively small.

Table II.4 Amounts of HCFC consumption phased-in through approved projects (ODP tonnes)

Country	CFC phased out in projects using HCFC technologies	HCFC phased in
Algeria	54.2	5.4
Argentina	817.4	79.0
Bahrain	15.3	1.5
Bolivia	11.0	1.1
Bosnia and Herzegovina	29.1	2.9
Brazil	4,830.8	476.1
Chile	236.5	20.2
China	14,078.4	1,168.4
Colombia	644.9	63.9
Costa Rica	33.1	3.3
Cuba	0.8	0.1
Dominican Republic	135.3	13.4
Egypt	484.4	37.4
El Salvador	18.3	1.8
Guatemala	45.4	4.5
India	4,463.8	432.6
Indonesia	2,839.7	281.4
Iran	1,045.5	103.6
Jordan	330.3	32.7
Kenya	22.8	2.3
Lebanon	81.0	8.0
Libya	61.5	6.1
Macedonia, FYR	75.1	7.4
Malaysia	1,226.5	118.5
Mauritius	4.2	0.4
Mexico	2,106.3	193.6
Morocco	118.0	11.7
Nicaragua	8.0	0.8
Nigeria	487.5	48.3
Pakistan	781.1	77.4
Panama	14.4	1.4
Paraguay	66.5	6.6
Peru	146.9	14.6
Philippines	518.9	51.4
Romania	192.0	19.0
Serbia	44.2	4.4
Sri Lanka	7.2	0.7
Sudan	4.4	0.4
Syria	628.4	62.3
Thailand	2,015.8	199.3
Tunisia	234.9	20.3
Turkey	372.2	36.9
Uruguay	98.1	9.7

Country	CFC phased out in projects using HCFC technologies	HCFC phased in
Venezuela	699.1	69.3
Vietnam	44.4	4.4
Yemen	9.7	1.0
Zimbabwe	11.3	1.1
Total	40,194.6	3,706.6

ANNEX III

INCREMENTAL COSTS FOR PHASING OUT HCFC CONSUMPTION IN THE FOAM SECTOR

1. To date, over 89,370 ODP tonnes of CFCs used by Article 5 foam manufacturing enterprises have been phased out through Multilateral Fund individual and umbrella projects and sectoral phase-out plans, comprising 80,370 ODP tonnes of CFC-11 from the rigid polyurethane foam including domestic and commercial refrigeration, and integral skin foam sectors, and 9,000 ODP tonnes of CFC-12 from the extruded polystyrene and polyethylene foam sector. Out of this amount, some 34,000 ODP tonnes of CFC-11 were replaced by HCFC-141b, 760 ODP tonnes were replaced by HCFC-22¹ and about 280 ODP tonnes by HCFC-22/HCFC-142b², with a phase-in of some 3,380 ODP tonnes of HCFC-141b and 42 ODP tonnes of HCFC-22. The latest (2006) HCFC-141b consumption reported by Article 5 countries under Article 7 of the Montreal Protocol is about 12,200 ODP tonnes. The differences in the consumption levels may possibly be attributed to growth in the consumption of HCFC-141b resulting from industrial expansion in the foam sector already supported by the Multilateral Fund and installation of new capacity.

Size of Multilateral Fund projects

2. An analysis of 657 Multilateral Fund foam projects approved as individual projects for 38 Article 5 countries to phase out CFC-11 using HCFC-141b technology showed the following:

- (a) About 50 per cent of the enterprises were small scale enterprises with CFC consumption below 20 ODP tonnes, 20 per cent were medium scale with CFC consumption ranging from 20 to 40 ODP tonnes, while 30 per cent had consumption above 40 ODP tonnes. Thus, nearly 70 per cent of all the enterprises were small and medium scale foam producers;
- (b) Only 20 per cent of the enterprises had CFC consumption over 60 ODP tonnes and could have cost-effectively used hydrocarbon-based technology;
- (c) Nearly 80 per cent of the foam enterprises converting to HCFC-141b technology were located in seven of the 38 Article 5 countries (i.e., Brazil, China, India, Indonesia, Malaysia, Mexico and Thailand). In these countries 80 per cent of the enterprises had consumption below 40 ODP tonnes per year.

3. An additional analysis of 454 Multilateral Fund projects approved for 48 Article 5 countries to phase-out CFC-11 using HCFC-141b technology and CFC-12 using alternative refrigerants in the domestic and commercial refrigeration sector, showed that:

- (a) Over 75 per cent of the enterprises were small and medium scale producers with

¹ HCFC-22 was used as a substitute for CFC-11 in rigid and integral skin foam projects only in the early stages of project funding in only one country under a special programme. Over 80 ODP tonnes of CFC-11 funded to be phased out using HCFC-22/HCFC-142b was phased out using HCFC-141b.

² These consumption data under the Multilateral Fund are based on baseline data reported in project proposals at the various times of their approval and do not factor in any growth in consumption.

annual CFC consumption below 40 ODP tonnes (over 60 per cent of the enterprises consumed less than 20 ODP tonnes);

- (b) Nearly 14,300 ODP tonnes of CFCs used as blowing agent (i.e., over 63 per cent of the total consumption) were replaced by cyclopentane (63.5 per cent of the total) in only 119 enterprises (26 per cent). The other 335 enterprises (74 per cent) selected HCFC-141b technology;
- (c) The selection of cyclopentane technology by 26 per cent of the enterprises was mainly related to the production capacity (size) of the enterprises and the products being manufactured.

4. Cyclopentane technology was selected by 26 refrigeration manufacturing enterprises with CFC-11 consumption below 20 ODP tonnes per year. The cyclopentane technology was feasible for these low volume CFC consuming enterprises since the projects were funded under the refrigeration manufacturing sub-sector where foam and refrigerant components were treated as one project, with cost-effectiveness thresholds of US \$13.76/kg for domestic refrigeration and US \$15.21/kg for commercial refrigeration. However, with a sub-sector cost-effectiveness threshold of US \$7.83/kg, among rigid foam enterprises not manufacturing refrigeration equipment, only those with CFC consumption of over 40 ODP tonnes could select hydrocarbon-based technologies as a replacement of CFCs, .

5. From the above analysis and from a review of the baseline equipment described in Multilateral Fund project documents, the foam sector in many Article 5 countries comprises a large number of small scale units which are technically and chemically unsophisticated. Many of the enterprises usually manufacture within the same facility different combinations of foam products. For example, insulated panels for truck bodies could be produced in the same facility as block foam and moulded pipe sections, while at the same time doing spray foam at different sites using the same type of blowing agent. Some enterprises also manufacture both rigid foam and integral skin foam products in the same facility, using the same dispenser and hand mixing and the same type of blowing agent.

Selection of alternative technologies

6. Given the limited technical capabilities of many enterprises, the selection of alternative technology to CFC-11 has been driven by the need to have a technology which would not only resemble CFC-based technology (virtual drop-in) but would also be locally available to ensure readily available technical support from material suppliers (i.e., systems houses). Depending on the products being manufactured, the production volume and the baseline equipment, several alternative technologies were chosen by Article 5 countries. Specifically, methylene chloride and liquid carbon dioxide technologies were selected for polyurethane flexible slabstock foam; water/carbon dioxide technology for flexible moulded polyurethane; hydrocarbons (butane/LPG) for polystyrene and polyethylene foam and pentane/cyclopentane/isopentane for relatively large rigid and some integral skin foam operations.

7. For a large number of foam enterprises manufacturing rigid polyurethane and integral skin polyurethane foam enterprises, HCFC-141b met the needs of both small scale and medium

scale enterprises. HCFC-141b-based systems were technically mature and commercially available. They also provided relatively the most acceptable insulation value and energy efficiency, and the lowest investment and operating costs vis-à-vis other options. No major changes in the auxiliary equipment/tooling in the production programme, such as jig or mould redesign, were needed. According to information in approved project documents and enterprise commitment letters submitted with them, enterprises understood the transitional nature of HCFC-141b and expected the final replacement for it to have similar characteristics that would meet their production demands. Accordingly, the use of HCFCs as alternative blowing agent accounted for about 34 per cent of all CFCs phased out. Table III.1 below provides detailed breakdown of alternative blowing agents to CFC-11 used in approved Multilateral Fund rigid and integral skin polyurethane foam projects.

Table III.1. CFC replacement technologies in rigid and integral skin polyurethane foam projects

Replacement	ODP tonnes	% of subtotal
Rigid polyurethane foam		
50% reduced CFC	46.0	0.2%
HFC-134a	57.8	0.3%
HCFC-22	542.2	2.4%
Water/carbon dioxide	904.8	4.1%
Pentane/cyclopentane	4,036.2	18.2%
HCFC-141b	16,630.9	74.9%
Sub-total rigid polyurethane	22,217.9	100.0%
Rigid polyurethane (insulation refrigeration)		
Water/carbon dioxide	93.0	0.4%
50% reduced CFC	450.0	1.8%
HCFC-141b	9,255.7	36.6%
Pentane/cyclopentane	15,472.0	61.2%
Sub-total rigid (insulation ref.)	25,270.7	100.0%
Integral skin		
DOP (di-octyl-phtalate)	8.6	0.2%
Methylene chloride	8.8	0.2%
HCFC-22	60.0	1.5%
Pentane/cyclopentane	164.6	4.0%
Hexane	255.0	6.2%
HCFC-141b	837.6	20.4%
Water/carbon dioxide	2,766.6	67.5%
Sub-total integral skin	4,101.2	100.0%
Multiple-subsectors (*)		
HCFC-22	157	4.6%
Water/carbon dioxide	1,031	30.2%
HCFC-141b	2,231	65.2%
Sub-total multiple-subsectors	3,419	100.0%
Total	55,008.8	

(*) Enterprises producing a mix of several products either within or across foam sub-sectors, e.g., rigid polyurethane pipe sections, panels and flexible polyurethane moulded and integral skin foams.

Baseline equipment upgrades for conversion to HCFC-141b and other alternatives

8. Equipment baseline information provided in project documents showed invariably that existing equipment in many enterprises consisted of low pressure foam dispensers several of them home-made, with simple open top pre-mixers or mechanical drill and bucket for premixing foam chemical components and pouring into moulds and/or cavities by hand. Better equipped enterprises predominantly had low pressure foam dispensers with mechanical mixing heads while relatively small number had high pressure dispensers.

9. After extensive technical review and discussions among the Fund Secretariat, the implementing agencies, experts from the foam industry and representatives of equipment and chemical manufacturers, it was concluded that HCFC-141b-based foam would have poorer quality of insulation (e.g., increased thermal conductivity) than that produced with CFC-11, which was being replaced. It was also concluded that this problem could be mitigated by producing foam of fine cell structure which is achieved by impingement mixing of high pressure dispensers.

10. As a consequence, financial assistance was provided from the Multilateral Fund through approved projects to enterprises manufacturing rigid polyurethane foam for insulation applications as follows:

- (a) Low pressure foam dispenser that existed in the baseline was replaced with a new high pressure dispenser of equivalent effective capacity;
- (b) High pressure dispensers already existing in the baseline were retrofitted to enable them to accommodate the new formulations and mixing ratios, by changing the pump kits, the parts vulnerable to the solvent action of HCFC-141b and by recalibration;
- (c) Where no dispenser existed in the baseline (i.e., manual operation), a high pressure dispenser meeting the product output requirements of the enterprise was provided with 50 per cent contribution from the enterprise towards the cost of the new machine. Where the enterprise could not afford the contribution required to be made for a high pressure machine, a low pressure machine was provided with a much lower agreed contribution from the enterprise (usually between 25 and 35 per cent depending on the size and capacity of the machine). It was understood by recipient enterprises that the equipment provided under such arrangement was sufficient for handling the next stage of phasing out the HCFC;
- (d) Additional pieces of equipment were provided, mainly polyol pre-mixers, if they were used with the CFC-based foam production.

11. In the integral skin and flexible moulded foam sub-sector most enterprises had low pressure machines that could process CFC-based formulations. Since the insulation property of the foam is not an issue in these applications, the replacement of the low pressure dispenser with a high pressure dispenser was not justified except when hydrocarbon-based technologies were selected. Partial funding was provided for low pressure dispensers as described above for those

enterprises that did not have a foam dispenser in the baseline (i.e., SMEs with hand-mixing operations). The weaknesses in the baseline dispensers, both low and high pressure, were addressed through several retrofits, including variable drive pump motors to control the ratio of the dispenser; heat exchangers for controlling material temperature; refrigeration unit (chiller) to properly control the reactivity of the water blown foams in a hot environment; barrier coat system to replicate the thick skin of the CFC-11 blown foams as closely as possible; power washer for product finishing operations; mould ovens for preheating of the moulds for the water-blown integral skin foam and for drying the barrier coat; and/or suitable moulds where baseline moulds are of glass fibre.

12. In one country, to cover polyurethane foam production for insulating products using HCFC-22 as a blowing agent in rigid polyurethane foam thermoware products, funding was provided to replace existing low-pressure with high-pressure foaming dispensing units as well as on-site pre-mixers since polyol blends with HCFC-22 were not available. For production of extruded polystyrene foam sheets using HCFC-22/HCFC-142b as a blowing agent, funding was provided for installation of a gas storage facility, replacement of the existing extruder with a new extruder and auxiliary equipment.

Items of incremental operating costs paid for CFC phase-out

13. The level of incremental operating costs or savings of Multilateral Fund foam projects depend on several factors, including the nature of the new formulations that would produce foam of a similar quality as in the baseline, the relative prices of chemicals required for the manufacturing of foams; cost penalty resulting from increase in the density of the foam (applicable mainly to rigid insulation polyurethane foam); the cost of incremental maintenance, incremental insurance (estimated to be 5.5 per cent of net incremental cost of equipment) and incremental energy usage when selecting hydrocarbon-based technologies; and the cost of in-mould coating chemical in integral skin foam products.

14. The incremental operating cost associated with foam density can be as high as 60 per cent of the total incremental operating cost of the project. Since the duration of incremental operating cost for rigid foam projects is two years, calculation of the component of incremental operating cost associated with increase in foam density is based on “initial density increase” for the first year and “mature density increase” for the second year. Incremental operating costs of high density rigid insulation foams (above 45 kg/m³), such as pipe-in-pipe foam (density: 70-80 kg/m³) and spray foam for roofs (density: 48-50 kg/m³) are not affected by foam density increase, all other applications are affected with increases in density ranging from 4-16 per cent for the first year and 3-13 per cent for the second year. Pentane and cyclopentane-based foam for boards and domestic refrigeration have the highest increase respectively of 16 and 13 per cent and 16 and 10 per cent in the first and second years.

15. The Secretariat and the implementing agencies have worked on and agreed the baseline densities and mature densities during conversion from CFC-11 to HCFC-141b technology. These mature densities could consequently become the baseline densities for the second stage conversion from HCFC-141b to non-ODS alternatives. However, information obtained on conversions using the new generation of alternative blowing agents, particularly HFC-245fa and methyl formate indicate that increase in foam density after conversion would not be an issue as

lower foam densities than that obtained with HCFC-141b could be achieved. It is, therefore, necessary to revisit the issue of changes in foam density in order to more accurately account for the required level of incremental operating costs.

Alternative blowing agents to HCFCs

16. The choice of substitute blowing agent and its associated conversion technology had to meet the following criteria which are equally applicable to conversion from HCFC-based technology:

- (a) Proven and reasonably mature technology;
- (b) Critical properties to be maintained in the end product;
- (c) Cost effective conversion and local availability of substitute, at acceptable pricing;
- (d) Support from the local systems suppliers; and
- (e) Meeting established standards on environment and safety.

17. Information available from project documents and confirmed by project completion reports, the TEAP Foam Technical Options Committee and other sources point to the following technologies as potential alternatives to HCFCs in foam blowing.

Water-based (water/CO₂)

18. Water-based systems, where the blowing agent is carbon dioxide generated during the foaming process, became available in some Article 5 countries during the conversion from CFC-11 in rigid integral skin foams, rigid foams with relatively less critical insulation applications such as in-situ foams, surf boards, low density packaging foams, and thermoware and spray foam, initially with the use of HCFC-141b. Water-based systems, particularly for rigid foams, are up to 50 per cent more expensive than other CFC-free technologies since the technology is associated with reductions in insulation value and lower cell stability. The problem is addressed by adding more material (up to 50 per cent) to increase foam thickness, where feasible, with resulting increase in cost. Thus, the use of water-based technology in pour-in-place for insulation applications, while in principle feasible, would require an increase in thickness, which is not always practical or cost-effective.

19. Rigid integral skin foams have almost universally converted to all-water-based systems. In most of these applications, skin formation is triggered through densification (mould pressure) rather than condensation. Accordingly, subsequent coating may be required and densities can be increased. However, since densities in this application are already relatively high, (e.g. 60 kg/m³) this is not a major issue. This is not the case for flexible and semi-flexible integral skin foams. The related cost penalty arising from significantly increased densities and the poor skin formation associated with water blown systems has made the use of pentane, hexane and HFCs attractive in non-Article 5 countries and has caused almost universal conversion to HCFC-141b

in Article 5 countries. Under the Multilateral Fund also projects have been approved for 23 shoe sole (semi-flexible integral skin) manufacturers, mainly in Brazil, Indonesia, Mexico and Pakistan. About 60 per cent of the enterprises employed water/CO₂ technology while 40 per cent used hexane.

20. In one Article 5 country, with the assistance from the Multilateral Fund some enterprises converted their integral skin foam production to water-blown technology without increase in foam density to achieve a surface finish of the product using water-based cross-linked in-mould coating. This required inexpensive modifications to their manufacturing equipment. However, the incremental operating cost was still higher than that of using HCFC-141b due to the higher cost of the coating. Water-based systems have zero ODP. Water vapour is a major greenhouse gas; however, new emissions do not affect global warming because it is already at a saturation point in the atmosphere. CO₂ has a GWP of 1.

Hydrocarbons

21. Hydrocarbons as foam blowing agents have been proven commercially in both non-Article 5 and Article 5 countries. Pentanes, namely n-, iso-, and cyclopentane or their blends, have emerged as the most favoured blowing agents among the hydrocarbons, because the level of their use needed to achieve the same foam density is substantially lower than that for other blowing agents such as HCFC-141b. They constitute a permanent final technology, and their relatively low prices compared to other blowing agents make them economically attractive. However, in several projects approved under the Multilateral Fund claims for costs associated with increase in foam density or dimensional stability, incremental maintenance, incremental energy usage and incremental insurance have often resulted in substantial incremental operating costs.

22. Hydrocarbons are the preferred conversion technology for large and organized foam producers, where the safety requirements can be complied with and investments can be economically justified. Hydrocarbons have zero ODP and a relatively low GWP (maximum 25).

HFCs

23. HFCs have a higher insulating value than other foam blowing alternatives at operating temperatures for applications such as walk-in coolers and cold storage areas. They are mainly used where end product fire performance is an issue with insurers or where investment costs for hydrocarbon-based technology are prohibitive mainly for SMEs. The three main HFCs currently used in foam applications are HFC-134a, HFC-245fa and HFC-365mfc (and its blend with HFC-227ea).

- (a) HFC-245fa (marketed primarily by Honeywell as Enovate 3000) is currently available across most, if not all, non-Article 5 countries although only currently manufactured in the United States and, to a smaller extent, in Japan (Central Glass). It has been used to replace HCFCs in most rigid foam applications, including domestic refrigeration, spray foam, and metal faced sandwich panels. Feedback from users underlines the excellent flow properties of systems containing HFC-245fa, good solubility in polyol, possible foam density

reductions and reduced panel waste due to ease of processing. In most cases it can be processed with the same spray foam and pour in place dispensers used for HCFC-141b. HFC-245fa is typically used as co-blowing agent with CO₂/water in order to gain from the thermal performance, while limiting the cost impact. However, HFC-245fa poses some technical challenges to formulators due to its low boiling point and its lower fire-resistance properties relative to HCFC-141b. It currently has limited commercial availability in Article 5 countries due to lack of demand. It has a high price, currently costing over US \$10.00/kg for bulk containers. HFC-245fa has zero ODP value and a GWP of 1,020.

- (b) HFC-365mfc and its blend HFC-365mfc/HFC227ea (marketed almost exclusively by Solvay Fluor as Solkane-365 and Solkane-365/227, respectively), is currently available in most, if not all, non-Article 5 countries with the exception of the Canada and the United States, where patents prevent its use in foams. HFC-365mfc-blown foams have a fine cell structure with good insulation properties and good compressive strength. These foams are good for insulation purposes, where a non flammable liquid foaming agent with low thermal conductivity is needed, but does have a lower blowing efficiency than some other alternatives. For several applications, HFC-365mfc is blended with HFC-227ea to overcome a minor flammability issue. It has also a high price ranging from US \$4.50 to US \$5.00/kg. HFC-365mfc has zero ODP and GWP of 610. HFC-227ea has a much higher GWP value (2,900), however, it is used in relatively small proportions;
- (c) HFC-134a has been used widely in Multilateral Fund projects as a refrigerant in refrigeration projects. However its use as a foam blowing agent has been very minimal due to processing difficulties, the fact that its pre-blends cannot be made available, and high production costs owing to the need for on-site pre-mixer which would limit its application by SMEs. Therefore it does not appear to have the potential as alternative blowing agent in Article 5 countries. HFC-134a has zero ODP and GWP of 1,300.

Methyl formate

24. Methyl formate (marketed primarily by Foam Supplies/BOC as Ecomate), is an emerging technology that could be of interest in Article 5 countries due to its reported high efficiency and low cost. Information available from the suppliers indicates that methyl formate seems an ideal replacement for HCFC 141b in integral skin foams because it has a desirable combination of boiling point and solubility to mimic those of HCFC-141b. Its boiling point just above ambient, allows good skin formation without expensive cooling. Spray and pour foams made with methyl formate have good physical properties, good fire resistance and good stability. It is reported to be currently supplied to some countries in Asia, Africa, Europe and Latin American. Some concern over dimensional stability has been reported in some applications, presumably arising from high solubility. The price of methyl formate worldwide is reported to be in the same range as of the

price of pentanes but not affected by to the price pressures of crude oil on pentanes. Methyl formate has zero ODP and relatively low GWP³, likely to be similar to other hydrocarbons.

Range of incremental capital costs for phasing-out HCFCs

25. For purposes of funding the phase-out of HCFCs, the recipient enterprises may be put into the following categories, namely

- (a) Enterprises that have converted their foam production from CFC-11 to HCFC-141b with the financial and technical assistance of the Multilateral Fund;
- (b) Enterprises that that have converted their foam production from CFC-11 to HCFC-141b through their own resources and/or enterprises that might have established new foam production plants or installed new foaming equipment based on HCFC-141b.

26. The second category of enterprises consists of the following:

- (a) Enterprises that established CFC-based foam production facilities after the cut-off date of 25 July 1995 using low pressure machines and have subsequently converted to HCFC-141b-based production by replacing the low pressure machines with high pressure ones and enterprises that established CFC-based foam production facilities after the cut-off date of 25 July 1995 using high pressure machines and have converted to HCFC-141b;
- (b) Enterprises that established CFC-based foam production facilities after the cut-off date of 25 July 1995 using low pressure machines and have subsequently converted to HCFC-141b-based production on the same machines or enterprises that established HCFC-141b-based production on low pressure machines and continue to produce on the same machine;
- (c) Enterprises that have converted part of their CFC-based foam production to HCFC-141b with the assistance of the Multilateral Fund while the other part on low pressure foaming capacity established after the July 1995 cut-off date did not receive assistance but continues to be used to produce HCFC-141b-based foam without any changes.

27. Against the background of the technical upgrades of enterprises that received assistance from the Multilateral Fund and of the discussion above regarding categories of enterprises that may potentially receive assistance from the Fund, the Secretariat made two parallel incremental capital cost estimates based on retrofit of existing equipment or replacement of existing equipment. The following considerations informed the calculations of the incremental capital cost:

³ The supplier's claim of zero GWP is based on the US EPA SNAP evaluation which described the GWP of methyl formate as 'likely to be negligible'. However, no actual testing was carried out to support this. Indeed, there is no chemical reason why the value should not be similar to that of other hydrocarbons.

- (a) Conversion from HCFC-141b to liquid blowing agents, such as HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-365mfc/HFC-227ea blend, water/CO₂ or methyl formate, should be based on retrofits of the production equipment in the baseline. Replacement of existing production equipment should be fully demonstrated and considered on a case-by-case basis;
 - (b) Conversion to hydrocarbon technology should be based on retrofit or replacement of existing foam dispenser and pre-mixers as technically required. Additional equipment for storage of hydrocarbon and for safety is included.
28. Thus the incremental capital costs were determined on the basis of the following:
- (a) Calculations were based on a unit operation (i.e., one dispenser and associated manufacturing equipment);
 - (b) The majority of enterprises rely on premixed systems instead of premixing in-house for each application segment. The cost of a new premixer or retrofit of existing premixer was included in the list of equipment for those enterprises that do not rely on premixed systems;
 - (c) The minimum cost was based on retrofit of all required equipment items except when an item has to be replaced for technical reasons such as the conversion to hydrocarbon-based blowing agent. The maximum cost was based on installation of new equipment or replacement of old equipment with new ones without any deductions for counterpart contribution. Also, the minimum and maximum cost levels represent the absolute levels;
 - (d) The cost of technology transfer, training and trials were estimated at a higher level than the levels during the transition from CFC to HCFCs due to anticipated need for more activities for finessing foam formulations with potentially higher cost of trials than was the case with transition to HCFC-141b;
 - (e) The incremental capital costs for integral skin foam sub-sector were calculated based on retrofits only except in the conversion from HCFC-141b to hydrocarbon-based technology where new production equipment is required.
29. Detailed calculations and breakdown for the various segments are provided in Appendix I.

Range of incremental operating costs

30. The level of incremental operating costs or savings for conversion from HCFCs to non-ODS-based technologies would depend on the nature of the new formulations that would produce foam of a similar quality as in the baseline formulation, the relative prices of chemicals required for the manufacturing of the foam; the expected increase in foam density; potential incremental maintenance, insurance and energy usage costs when using hydrocarbon-based

technologies; and the price and quantities of in-mould coating chemicals when used during production of water-blown integral skin foam.

31. The proportions of the main chemical ingredients in foam formulations (namely blowing agent, the polyol and MDI) and their prices are the key determinants of the level of incremental costs or savings. From an analysis of several Multilateral Fund projects, it was observed that small changes in material ratios and/or price differential could result in substantial incremental operating costs for one enterprise but incremental operating savings for another enterprise for the same type and amount of foam produced. Increase in foam density which translates into the cost of additional foam material also has a significant impact on incremental operating cost and savings, representing in some cases 50 per cent or more of the total operating costs. The levels of increase in foam densities associated with different foam applications were approved at the 31st Meeting of the Executive Committee (decision 31/44) with the view to revisit the issue in future and make modifications where necessary. The increases in foam densities were based on the transition from CFC-11 to HCFC-141b and need to be revisited for the transition from HCFC-141b to other alternative technologies, especially since there are indications that for some of the alternatives increase in foam density following conversion may no longer be the case.

32. Cost ranges of incremental operating costs were calculated for the following alternative technologies: water-based systems, hydrocarbons, both pentane and cyclopentane, HFC-245fa and methyl formate, on the basis of the following assumptions and considerations:

- (a) Prices of chemicals for pentane and water-based technologies for which the Secretariat has extensive experience and a large body of information from project completion reports, prices were derived from project completion reports completed between 2000 and 2006. The information was complemented with information on prices provided by some Ozone Units through bilateral and implementing agencies;
- (b) Prices of HFC-245fa and methyl formate were obtained from the relevant companies (Honeywell and Foam Supplies Inc.);
- (c) Calculations were based on the relationship between HCFC-141b and the replacement chemicals based on ratios of 1:0.50 and 1:0.75 for HFC-245fa and 1:0.50 for methyl formate consistent with information obtained from the suppliers; 1:1.5 for water-based systems; 1:0.5 for pentane and cyclopentane in rigid foam; and 1:0.75 for integral skin foam according to methods used in approved projects;
- (d) Given the limited time available for the preparation of this paper, the direct association between increases in foam density from HCFC-141b to other technologies for the various rigid polyurethane insulation foam application segments could not be subject to a thorough review. Therefore, no increase in density was factored into the calculation for HFC-245fa and methyl formate. However, as stated earlier, increase in foam density may not be a factor in reality. Based on observations made upon review of calculations of the incremental operating costs of hydrocarbon-based projects a 10 per cent increase in foam

density was factored into the calculations for pentane and cyclopentane-blown foams;

- (e) The cost of in-mould coating chemical was included in the calculations for the integral skin foam as it is a component of the foam processing chemicals accounting for up to about 70 per cent of the total incremental operating cost;
- (f) Costs associated with incremental maintenance, insurance and energy usage of hydrocarbon-based technologies were also included in the calculation for integral skin foam consistent with the practice in approved projects.

33. The incremental operating costs were calculated for enterprises with HCFC-141b consumptions of 5, 25, and 75 metric tonnes (0.55, 2.75 and 8.25 ODP tonnes) to represent the rigid foam sub-sector and enterprises with consumptions of 10 and 30 metric tonnes (1.1 and 3.3 ODP tonnes) for the integral skin foam sub-sector. Calculation per kg of HCFC-141b eliminated was also made. The calculations were checked against approved projects to ensure consistency and accuracy of the methodology.

34. The detailed calculations as well as its application to typical consumption levels as indicated above for rigid and integral skin foams can be found in Appendix 1.

Strategies for viable and sustainable HCFC conversion in the foam sector

35. In rigid and integral skin polyurethane foam production, most enterprises rely on polyols commercially premixed with the blowing agent and other essential ingredients (premixed polyols)⁴ that are provided by companies known as systems houses. While enterprises with pre-mixers on site have the flexibility to vary their foam formulations to meet their customers' end-product requirements, SMEs have to rely on systems houses to meet their customers' requirements. In that regard access to a systems house becomes critical to the competitiveness and/or productivity of a foam producer and above all the sustainability of the conversion programme overall. During the first phase of CFC phase-out, systems houses played a key role in the market penetration of HCFC-141b in Article 5 countries.

36. Eleven group projects involving 290 SMEs centered around local indigenous systems houses were approved in four countries at a total cost of US \$7.2 million. The direct impact of involvement of the systems houses was a phase-out of over 1,300 ODP tonnes of CFC-11. Table III.2 provides basic information on the systems houses assisted through the Multilateral Fund.

Table III.2. Systems house activities in the phase-out of CFCs

Country	Systems house	Number of enterprises	Sector/sub-sectors	Project cost (US\$)	Impact (ODP tonnes)	Substitute blowing agent
Brazil	JNP	25	Rigid PU, integral skin/ flexible molded PU	636,400	80.3	HCFC-141b

⁴ Data on approved CFC-based integral skin and rigid foam projects shows that about 80 to 85 per cent relied on premixed polyol. Also, over 60 per cent of foam enterprises relying on premixed polyol were SMEs consuming between 0.2 and 20.0 ODP tonnes CFC-11 per year.

Country	Systems house	Number of enterprises	Sector/sub-sectors	Project cost (US\$)	Impact (ODP tonnes)	Substitute blowing agent
Brazil	Plastquim	50	Rigid PU, integral skin/ flexible molded PU	721,500	153.4	HCFC-141b
Brazil	Polsul	14	Rigid PU	536,892	55.0	HCFC-141b
Colombia	GMP	29	Rigid PU	449,130	56.6	HCFC-141b
India	Polymermann	80	Rigid PU	1,403,921	290.0	HCFC-141b
India	Shevathene Linopack	28	Rigid PU	699,139	105.7	HCFC-141b
Mexico	Comsisa	20	Rigid PU, integral skin	424,055	68.7	HCFC-141b
Mexico	Orca	11	Integral skin shoe sole	1,321,500	190.0	Hexane
Mexico	Productos Eiffel	10	Rigid PU spray foam	345,000	100.0	Water/CO2
Mexico	Pumex	19	Rigid PU spray foam	519,750	167.7	HCFC-141b
Mexico	Valcom	5	Rigid PU spray foam	122,440	44.3	HCFC-141b
Total		291		7,179,727	1,311.7	

37. In collaboration with implementing agencies' experts, systems houses not only provided suitable foam systems to their customers but also they undertook technology transfer and training of the downstream foam enterprises as technology partners.

38. The infrastructure already put in place at some system houses should be utilized, built upon and expanded to enable systems houses in Article 5 countries both indigenous and transnational to continue to facilitate the next stage of ODS phase-out. Through the development and optimization of formulations suited to their local markets and possibly neighboring countries where low levels of HCFC consumption would not make a systems house operation feasible, system houses could contribute to the sustainability of the HCFC phase-out. This includes the critical issue of the development and application of hydrocarbon-based premixed polyols that could accelerate the move away from HFCs in Article 5 countries.

Appendix I

INCREMENTAL CAPITAL AND OPERATING COSTS CALCULATIONS

Incremental capital cost ranges for conversion of panels, pipe in pipe foam, thermoware* domestic refrigerators (US \$)

Equipment item	HFC-245fa		Water/CO2		Pentane	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Production						
Replacement of low pressure with high pressure dispenser (60 kg/min-100 kg/min)	80,000	120,000	80,000	120,000	90,000	170,000
Retrofit of high pressure dispenser	-	15,000	-	15,000	60,000	100,000
Additional mixing head	15,000	30,000	15,000	30,000	20,000	40,000
Retrofit of pre-mixing unit (where eligible)	-	10,000	-	10,000		
Replacement of pre-mixing unit	20,000	65,000	20,000	65,000	55,000	85,000
Modification of press					15,000	25,000
Hydrocarbon tank and accessories (piping and pumps, ventilation)					30,000	55,000
Buffer tank for polyol					10,000	15,000
Nitrogen supply system					10,000	40,000
Plant safety						
Ventilation and exhaust system (fans, piping, ductworks, grounding, electrical boards/connections)					15,000	85,000
Heating, ventilation and enclosure for cabinet plant (domestic refrigeration)					40,000	50,000
Heating, ventilation and enclosure for door plant (domestic refrigeration)					40,000	50,000
Gas sensors, alarm, monitoring system for entire plant					25,000	50,000
Fire protection/control system for the plant					-	10,000
Lightning protection and grounding					15,000	25,000
Antistatic floor					-	5,000
Safety audit/Safety inspection & certification					10,000	25,000
Stand-by electric generator					-	15,000
General works						
Civil work/plant modifications					20,000	25,000
Technology transfer/training	10,000	20,000	5,000	10,000	20,000	30,000
Trials and commissioning	10,000	15,000	10,000	20,000	10,000	20,000
Total						
Total retrofit	20,000	60,000	15,000	55,000	375,000	710,000
Total replacement	135,000	250,000	130,000	245,000	405,000	780,000

The use of hydrocarbon-based blowing agent might be limited in this application.

Incremental capital cost ranges for conversion of spray foams and discontinuous block foam (US \$)

Equipment item	Min.	Max.	Min.	Max.
	Low-output dispenser		High-output dispenser	
Production: Spray foam (*)				
Replacement of low pressure with high pressure spray foam dispenser (7 kg/min) (with standard accessories)	15,000	20,000		
Replacement of low pressure with high pressure spray foam dispenser (12-15 kg/min) (with standard accessories) (***)			25,000	40,000
Retrofit of high pressure spray foam dispenser	-	15,000	-	15,000
Replacement of pre-mixing unit (where eligible)	20,000	40,000	20,000	40,000
Retrofit of pre-mixing unit (where available)	-	10,000	-	10,000
DISCONTINUOUS BLOCKS (**)	Dispenser option		Boxfoam option	
Production: Discontinuous blocks (**)				
Replacement of box foam (handmix) with large output low pressure dispenser	50,000	70,000		
Replacement of box foam with semi-automatic boxfoam unit			50,000	65,000
Retrofit of low pressure dispenser	-	15,000	-	-
Retrofit of semi-automatic boxfoam unit			-	10,000
Replacement of pre-mixing unit (where eligible)	20,000	40,000		
Retrofit of pre-mixing unit (where available)	-	10,000	-	-
General works				
Technology transfer and training	5,000	10,000	5,000	10,000
Trials and commissioning	10,000	20,000	10,000	20,000
Total				
Total retrofit spray foam	15,000	55,000	15,000	55,000
Total replacement spray foam	50,000	110,000	60,000	110,000
Total retrofit discontinuous blocks foam	15,000	55,000	5,000	40,000
Total replacement discontinuous blocks foam	85,000	140,000	65,000	95,000

* Hydrocarbon technology not included.

** Hydrocarbon technology not included as availability in this segment is uncertain.

*** For SMEs having spray foam and pour-in-place operations.

Incremental capital cost ranges for integral skin foams (US \$)

Equipment item	HFC-245fa		Water/CO2		Pentane	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Production						
Retrofit of dispenser for refrigerated thermal control	10,000	15,000	10,000	15,000		
Retrofit of dispenser for variable ratio control	10,000	15,000	10,000	15,000		
Penta-foam dispenser					90,000	120,000
Premixer with polyol and buffer tank					65,000	85,000
Pentane tank (500-1,000 l) with auxiliaries					25,000	35,000
In mold coating high-volume low-pressure spray system			10,000	15,000		
Mold preheating oven	5,000	10,000	5,000	10,000		
Infrared coating drying system			10,000	15,000		
In mold coating exhaust booth			10,000	15,000		
Plant safety						
Process ventilation					20,000	30,000
Electrical grounding					5,000	10,000
Pentane monitoring/alarm system					20,000	40,000
General works						
Technology transfer/training (foam)	5,000	10,000	5,000	10,000	10,000	30,000
Technology transfer, training (coating)			5,000	10,000		
Trials and commissioning	10,000	20,000	10,000	20,000	5,000	10,000
Safety audits					10,000	20,000
Miscellaneous local works					15,000	25,000
Total						
Retrofit	40,000	70,000	75,000	125,000	265,000	405,000

Incremental operating costs: Rigid polyurethane foam (US \$)

Chemical	Prices US \$/kg		Ratio (*)	Consumption (metric tonnes)		
	High	Low		Plant 1	Plant 2	Plant 3
HCFC-141b	1.40	3.50	1.00	5.00	25.00	75.00
HFC-245fa(**)	10.40	12.00	0.50	2.50	12.50	37.50
HFC-245fa (**)	10.40	12.00	0.75	3.75	18.75	56.25
Methyl formate	2.20	3.20	0.50	2.50	12.50	37.50
Water-based systems	1.50	3.50	1.50	7.50	37.50	112.50
Pentane	0.50	2.50	0.50	2.50	12.50	37.50
Cyclopentane	0.80	3.30	0.50	2.50	12.50	37.50
MDI (pentane)	1.50	3.50	1.10	5.50	27.50	82.50

(*) Ratio between HCFC-141b and the alternative blowing agent

(**) The lower and higher prices represent bulk price and small package price allowing for 15% difference.

Description	Plant capacity: 5 tonnes		Plant capacity: 25 tonnes		Plant capacity: 75 tonnes	
Before conversion						
HCFC-141b	7,000	17,500	35,000	87,500	105,000	262,500
After conversion						
HFC-245fa (50%)	26,000	30,000	130,000	150,000	390,000	450,000
HFC-245fa (75%)	39,000	45,000	195,000	225,000	585,000	675,000
Water-based system	11,250	26,250	56,250	131,250	168,750	393,750
Methyl formate	5,500	8,000	27,500	40,000	82,500	120,000
Pentane	9,500	25,500	47,500	127,500	142,500	382,500
Cyclopentane	10,250	27,500	51,250	137,500	153,750	412,500
One year IOC						
HFC-245fa (50%)	19,000	12,500	95,000	62,500	285,000	187,500
HFC-245fa (75%)	32,000	27,500	160,000	137,500	480,000	412,500
Water-based system	4,250	8,750	21,250	43,750	63,750	131,250
Methyl formate	(1,500)	(9,500)	(7,500)	(47,500)	(22,500)	(142,500)
Pentane	2,500	8,000	12,500	40,000	37,500	120,000
Cyclopentane	3,250	10,000	16,250	50,000	48,750	150,000
Two year IOC						
HFC-245fa (50%)	33,060	21,750	165,300	108,750	495,900	326,250
HFC-245fa (75%)	55,680	47,850	278,400	239,250	835,200	717,750
Water-based system	7,395	15,225	36,975	76,125	110,925	228,375
Methyl formate	(2,610)	(16,530)	(13,050)	(82,650)	(39,150)	(247,950)
Pentane	4,350	13,920	21,750	69,600	65,250	208,800
Cyclopentane	5,655	17,400	28,275	87,000	84,825	261,000

Notes

- For pentane projects to the incremental operating costs should be added the following costs:
 - Incremental maintenance of 5% of net incremental investment
 - Incremental insurance of 0.5% of net incremental investment
 - Extra power of 5 kW/dispenser, 10 kW for premixer, 10 kW for ventilation for 2,000 hr/year at 0.10/kW
- The prices of HFC-245fa and methyl formate are global prices as provided by manufacturers

Incremental operating costs: Integral skin foam (US \$)

Chemical	Prices US \$/kg		Ratio (*)	Consumption (metric tonnes)	
	High	Low		Plant 1	Plant 2
HCFC-141b	1.40	3.50	1.00	10.00	30.00
HFC-245fa(**)	10.40	12.00	0.50	5.00	15.00
HFC-245fa (**)	10.40	12.00	0.75	7.50	22.50
Methyl formate	2.20	3.20	0.50	5.00	15.00
Water-based systems	1.50	3.50	1.50	15.00	45.00
Pentane/Isopentane	0.50	2.50	0.75	7.50	22.50
In-mold coating	1.20	2.10			

(*) Ratio between HCFC-141b and the alternative blowing agent

(**) For water-based systems.

Description	Plant capacity: 10 tonnes		Plant capacity: 30 tonnes	
Before conversion				
HCFC-141b	14,000	35,000	42,000	105,000
After conversion				
HFC-245fa (50%)	52,000	60,000	156,000	180,000
HFC-245fa (75%)	78,000	90,000	234,000	270,000
Water-based system	49,500	162,750	148,500	488,250
Methyl formate	11,000	16,000	33,000	48,000
Pentane	21,139	42,684	28,639	80,184
One year IOC				
HFC-245fa (50%)	38,000	25,000	114,000	75,000
HFC-245fa (75%)	64,000	55,000	192,000	165,000
Water-based system	35,500	127,750	106,500	383,250
Methyl formate	(3,000)	(19,000)	(9,000)	(57,000)
Pentane	7,139	7,684	(13,361)	(24,816)
Two year IOC				
HFC-245fa (50%)	66,120	43,500	198,360	130,500
HFC-245fa (75%)	111,360	95,700	334,080	287,100
Water-based system	61,770	222,285	185,310	666,855
Methyl formate	(5,220)	(33,060)	(15,660)	(99,180)
Pentane	12,421	13,370	(23,249)	(43,180)

Notes;

1. For pentane conversion projects to the IOC should be added the following operating costs:

Incremental maintenance & insurance (minimum) = 5.5% of 85% of \$265,000

Incremental maintenance & insurance (maximum) = 5.5% of 85% of \$405,000

Incremental energy @ 25kW for 2000hrs/year (US \$0.1/kWh)

2. For water-based systems the cost of in-mold coating is 1.2 to 2.1 times the cost of MDI, depending on whether in-mold coating is used before and after conversion or only after conversion with water-blowing. Price of in-mold coating taken as US \$10.0/kg.