



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



Distr.  
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/60/25  
18 de marzo de 2010

ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL  
PARA LA APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE MONTREAL  
Sexagésima Reunión  
Montreal, 12 al 15 de abril de 2010

**PROPUESTAS DE PROYECTOS: COLOMBIA**

El presente documento consta de las observaciones y recomendaciones de la secretaría del Fondo relativas a las propuestas de proyectos siguientes:

Espumas

- Proyecto de demostración para validar el uso de CO<sub>2</sub> supercrítico en la fabricación de espuma rígida rociada de poliuretano (PU) – primera etapa Japón
- Plan de conversión de los HCFC a hidrocarburos en la producción de espuma rígida de poliuretano para aislamiento en el subsector de refrigeración doméstica (Mabe Colombia, Industrias Haceb, Challenger y Indusel) PNUD

## HOJA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO – PROYECTO ANUAL COLOMBIA

**TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO BILATERAL/DE EJECUCIÓN**

a) Proyecto de demostración para validar el uso de CO <sub>2</sub> supercrítico en la fabricación de espuma rígida rociada de poliuretano (PU) – primera etapa	Japón
--	-------

<b>ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN</b>	Ministerio de Medio Ambiente – Dependencia nacional del ozono
---	---

**ÚLTIMOS DATOS DE CONSUMO NOTIFICADOS SOBRE SAO ABORDADOS EN EL PROYECTO****A: DATOS PRESENTADOS EN RELACIÓN CON EL ARTÍCULO 7 (TONELADAS PAO, 2008, EN FEBRERO DE 2010)**

HCFC	206,2		

**B: DATOS SECTORIALES DEL PROGRAMA DEL PAÍS (TONELADAS PAO, 2008, EN FEBRERO DE 2010)**

SAO			
HCFC			
HCFC-22	67,2	HCFC-123	1,5
HCFC-141b	137,5	HCFC-124	0,0
HCFC-142b	0,0	<b>Total</b>	<b>206,2</b>

<b>Consumo de CFC que todavía reúne los requisitos para la financiación (toneladas PAO)</b>	0.0
---	-----

ASIGNACIONES AL PLAN DE TRABAJO DEL AÑO EN CURSO		Fondos en millones de \$EUA	Toneladas PAO a eliminar
	a)	0,5	55

<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>	
Uso de SAO en la empresa (toneladas PAO):	17,6
SAO a eliminar (toneladas PAO):	n/a
SAO a incorporar (toneladas PAO):	n/a
Duración del proyecto (meses):	8
Suma inicial solicitada (\$ EUA):	441,100
Costo final del proyecto (\$ EUA):	
Gastos de capital Adicionales:	401.000
Imprevistos (10 %):	40.100
Gastos de funcionamiento Adicionales:	n/a
Costo total del proyecto:	441.100
Propiedad local (%):	100%
Componente de exportaciones (%):	0%
Suma solicitada (\$ EUA):	441.100
Eficacia en función de los costos (\$EUA/kg):	n/a
Gastos de apoyo del organismo de ejecución (\$EUA):	57.343
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral (\$EUA):	498.443
Situación de financiación de contraparte (Sí/No):	Sí
Hitos de la supervisión del proyecto incluidos (Sí/No):	Sí

<b>RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA</b>	Para ser examinado por separado
---------------------------------------	---------------------------------

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

1. En nombre del Gobierno de Colombia, el Gobierno del Japón presenta un proyecto de demostración para validar el uso de CO<sub>2</sub> supercrítico en la fabricación de espuma rígida rociada de poliuretano (PU) en Colombia a la 60ª Reunión del Comité Ejecutivo. El costo total del proyecto es de 441.100 \$EUA más gastos de apoyo al organismo por la suma de 57.343 \$EUA.

### Información general sobre el sector

2. Colombia cuenta con cuatro productoras locales de espumas de PU que abastecen a empresas pequeñas y medianas de material de espuma, así como a fabricantes multinacionales de productos químicos (por ejemplo, BASF, Bayer, Dow y Huntsman) que abastecen fundamentalmente a los usuarios más importantes. La planta de propiedad local más grande es Espumlatex, que produce unas 3 000 toneladas métricas de PU al año. De esta suma, se utilizan 140 toneladas para la espuma rígida rociada.

3. El Comité Ejecutivo aprobó para Espumlatex los dos proyectos que se mencionan a continuación: conversión de CFC-11 a la tecnología basada en el agua en la fabricación de espuma flexible de piel moldeada e integral (COL/FOA/32/INV/49); y conversión de CFC-11 a HCFC-141b y a la tecnología basada en el agua en la fabricación de diversas aplicaciones de espuma de poliuretano en 25 empresas pequeñas y medianas abastecidas por Espumlatex (COL/FOA/32/INV/48).

### Tecnología del CO<sub>2</sub> supercrítico

4. Actualmente, la opción técnicamente más viable para sustituir el HCFC-141b en la producción de espuma rociada de PU es HFC-245fa. El uso de tecnologías basadas en los hidrocarburos está limitada debido a cuestiones de seguridad durante las operaciones de espumación. El uso de CO<sub>2</sub> generado por la reacción del isocianato al agua es limitado, debido a que la espuma producida tiene poca estabilidad dimensional, poca adhesión a diferentes sustratos y una conductividad técnica relativamente alta.

5. Otra opción es la inyección directa de CO<sub>2</sub> supercrítico, tecnología que fue desarrollada por Achilles Corporation del Japón que, hasta la fecha, solo se ha utilizado en ese país (el CO<sub>2</sub> supercrítico es dióxido de carbono que se encuentra en estado líquido en condiciones de temperatura y presión por encima de su punto crítico). Esta tecnología podría introducirse con éxito en los países que operan al amparo del artículo 5, debido a que sus gastos de funcionamiento son inferiores a los de los HFC y a la inversión relativamente baja que requieren las modificaciones en las máquinas de la cadena de producción de espuma (a saber, cerca de 15.000 \$EUA).

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6. El proyecto propone demostrar el uso de CO<sub>2</sub> supercrítico para aplicaciones de rociadura de espumas rígidas de poliuretano (poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR<sup>1</sup>)), y propagar la tecnología a centrales de sistemas interesadas de Colombia y otros países latinoamericanos. La demostración se llevará a cabo en cooperación con Espumlatex e incluirá la adquisición de equipo de espumación destinado a la tecnología a base de CO<sub>2</sub> supercrítico; la inyección de espuma en las aplicaciones típicas de rociadura (es decir, fábricas y almacenes industriales, edificios comerciales, aislamiento térmico para tanques y transporte público); la evaluación de propiedades de la espuma inmediata y envejecida; y un análisis de rendimiento/costos en comparación con el HCFC-141b.

---

<sup>1</sup> El poliisocianurato es una espuma en la que la proporción de difenil diisocianato de metileno (MDI) es mayor para la espuma de poliuretano y en el que se utiliza un polioliol derivado del poliéster en lugar de un polioliol de poliéter. Los catalizadores y aditivos utilizados son también diferentes de los utilizados en las espumas de poliuretano.

7. La empresa que ha desarrollado la tecnología basada en el CO<sub>2</sub> supercrítico, Achilles Corp., se ha comprometido a participar en la demostración; sin embargo, en la etapa actual, la empresa no revelará la formulación. Si Espumlatex se decide a introducir la tecnología utilizando materia prima local, Achilles proporcionará la formulación mediante un acuerdo confidencial. Si los resultados de esta demostración son satisfactorios, Achilles Corp., está dispuesta a trabajar con los centrales de sistemas locales para elaborar una formulación idónea basada en materias primas locales mediante un acuerdo confidencial.

8. El costo total de la primera etapa se ha calculado en 441.100 \$EUA que se desglosa en el cuadro que figura a continuación:

<b>Descripción</b>	<b>Costo (\$EUA)</b>
Costos de preparación e inicio del proyecto	50.000
Capacitación del personal local	80.000
Unidad de espumación para la tecnología del CO <sub>2</sub> supercrítico	80.000
Equipo de laboratorio y de ensayo de espumas	76.000
Cargos por asesoramiento técnico	55.000
Talleres de difusión de la tecnología	60.000
Costo de la transferencia de tecnología	401.000
Gastos imprevistos (10%)	40.100
<b>Costo total</b>	<b>441.100</b>

9. El proyecto será ejecutado por el Gobierno del Japón con la asistencia del PNUD. El PNUD ha estipulado, con el acuerdo de Achilles Corp., que se ofrezca la tecnología a centrales de sistemas situados en países con prestigio de América Latina que operan al amparo del artículo 5. Todo lo que se desarrolle durante la ejecución del proyecto con fondos proporcionados por el Fondo Multilateral será de dominio público (es decir, protocolos experimentales detallados utilizados para probar la tecnología, incluidos los métodos de aplicación y los procedimientos de ensayo; los resultados completos obtenidos durante la validación, incluida la estabilidad dimensional de la espuma; y el análisis de costos de la tecnología basado en precios estándar).

10. Las actividades pertinentes, como adquisición del equipo, contratación de expertos y el pago de la comisión por transferencia de tecnología a Achilles se organizarán conforme al reglamento financiero y la reglamentación financiera detallada del PNUD. El Gobierno del Japón supervisará la ejecución general del proyecto.

## **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA**

### **OBSERVACIONES**

11. El proyecto de propuesta fue presentado por primera vez por el PNUD, en nombre del Gobierno de Colombia, a la 58ª Reunión, y por el Gobierno del Japón (como cooperación bilateral) a la 59ª Reunión. Al examinar la propuesta, la secretaría señaló que el proyecto no reunía las condiciones estipuladas en la decisión adoptada por el Comité Ejecutivo en su 57ª Reunión respecto de la supresión de todos los proyectos de demostración de HCFC en los planes de trabajo de los organismos de ejecución, con excepción de cinco proyectos en el Brasil, China y Egipto (decisión 57/6). Por esta razón, en cada Reunión la propuesta de proyecto fue retirada.

12. La secretaría planteó varias cuestiones relacionadas con el proyecto, que fueron abordadas por el Gobierno del Japón de la manera siguiente:

- a) La secretaría preguntó por la penetración relativamente pequeña de la tecnología del CO<sub>2</sub> supercrítico en el Japón y otros países, pese a sus posibles ventajas como sustituto del HCFC-141b. En su respuesta, el Japón señaló que la introducción de la tecnología de CO<sub>2</sub> supercrítico comenzó después que la de otras tecnologías (agua/CO<sub>2</sub>, HFC), y requería equipo y experiencia adicionales de los técnicos en rociadura, ya que la operación de espumación era algo diferente. Por otra parte, casi todas las aplicaciones de rociadura de poliuretano se encuentran en el sector de la construcción, que es un mercado que responde mucho a los precios, en el que participan fundamentalmente empresas pequeñas y medianas; por eso es muy difícil aumentar el precio de la rociadura. No obstante, se espera que la penetración de la tecnología basada en el CO<sub>2</sub> supercrítico aumente en el mercado local, porque la industria de espumas japonesa ha decidido eliminar el uso de los HFC en octubre de 2010, excepto para algunas aplicaciones limitadas. Otros países tal vez tengan menos dificultades para utilizar los HFC, por eso Achilles Corp. y otras empresas que utilizan la misma tecnología no han promovido la tecnología del CO<sub>2</sub> supercrítico en esos mercados.
- b) Atendiendo a una solicitud de aclaración sobre la comisión por transferencia de tecnología pagadera al proveedor de esa tecnología, el Japón señaló que, en esos momentos no estaba claro si los centrales de sistemas o las empresas fabricantes de espumas de países que operan al amparo del artículo 5 seleccionarían la tecnología de CO<sub>2</sub> supercrítico- El acuerdo relativo a la comisión por transferencia de tecnología podría determinarse solo en el momento en que se seleccionase esa tecnología para sustituir a la de HCFC-141b. Además, la tecnología de CO<sub>2</sub> supercrítico estaba en el mercado desde hacía varios años; por tanto, tal vez se considerase de manera diferente de las tecnologías propuestas en proyectos de demostración aprobados, que tal vez no se hubiesen comercializado en la mayoría de los países que no operan al amparo del artículo 5 o que podrían ser rechazadas por diversas razones (a saber, toxicidad, poca eficacia en función de los costos, cuestiones relacionadas con la seguridad). La formulación pormenorizada y la descripción de las necesidades de equipo se darían a conocer después de que se hubiese validado la tecnología mediante el proyecto de demostración. La comisión por transferencia dependerá de la cantidad de HCFC eliminado, el número de centrales de sistemas y la estrategia comercial de Achilles Corp. Según Achilles Corp., los fabricantes locales de equipo estarían en condiciones de fabricar el equipo necesario para la tecnología del CO<sub>2</sub> supercrítico con orientación de Achilles;
- c) En el examen de la propuesta de proyecto presentada a la 59<sup>th</sup> Reunión, el Examinador técnico planteó cuestiones relacionadas con la “sostenibilidad de la tecnología en diferentes altitudes dado que las condiciones de procesamiento están próximas al punto crítico del CO<sub>2</sub>, y dada la conductividad térmica y sus variaciones en el tiempo (envejecimiento). Este último punto es sumamente importante para las espumas aislantes y es una de las principales razones por las que la tecnología del agua (CO<sub>2</sub>) se utiliza tan poco en las espumas de poliuretano”. La secretaría, al señalar que este asunto no se abordaba en el proyecto revisado, pidió una explicación y preguntó además por las repercusiones técnicas y de costos para los centrales de sistemas de trabajar conjuntamente con Achilles para elaborar las formulaciones apropiadas (por ejemplo, toda comisión por derechos/transferencia de tecnología).

El Japón señaló que el envejecimiento a una temperatura ambiente elevada nunca ha sido un problema en los más de ocho años de experiencia de mercado de la empresa Achilles. No obstante, la prueba de envejecimiento, que es un aspecto importante en la evaluación del rendimiento de la tecnología, se llevará a cabo sobre el terreno durante la ejecución

del proyecto. Si los resultados del proyecto de demostración son positivos, se prevé que varias centrales de sistemas muestren interés en introducir la tecnología del CO<sub>2</sub> supercrítico. Achilles Corp. estaría en disposición de concertar acuerdos económicos/comerciales para proporcionar a las centrales de sistemas locales, mediante acuerdos confidenciales, las formulaciones iniciales. Posteriormente, cada central de sistemas tendrá que desarrollar su propia tecnología de origen basada en materias primas locales.

## **RECOMENDACIÓN**

13. Teniendo en cuenta las observaciones de la secretaría, el Comité Ejecutivo tal vez desee considerar la posibilidad de aprobar el proyecto de demostración para validar el uso de CO<sub>2</sub> supercrítico en la fabricación de la espuma rígida rociada de poliuretano (PU) en Colombia, a un costo de 441.100 \$EUA más gastos de apoyo al organismo por la suma de 57.343 \$EUA para el Japón, sobreentendiéndose que el proyecto sería el de validación definitiva de la tecnología de CO<sub>2</sub> supercrítico en la fabricación de espumas rígidas rociadas de poliuretano.

**HOJA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO – PROYECTO ANUAL  
COLOMBIA**

**TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO BILATERAL/DE EJECUCIÓN**

a) Plan de conversión de HCFC a hidrocarburos en la producción de espuma rígida de poliuretano para aislamiento en el subsector de refrigeración doméstica (Mabe Colombia, Industrias Haceb, Challenger y Indusel)	PNUD
--	------

**ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN**

Unidad Técnica del Ozono (UTO)

**ÚLTIMOS DATOS SOBRE CONSUMO DE SAO NOTIFICADOS ABORDADOS EN EL PROYECTO****A: DATOS PRESENTADOS EN RELACIÓN CON EL ARTÍCULO 7 (TONELADAS PAO, 2008, EN FEBRERO DE 2010)**

HCFC	206,2		
------	-------	--	--

**B: DATOS SECTORIALES DEL PROGRAMA DE PAÍS (TONELADAS PAO, 2008, EN FEBRERO DE 2010)**

HCFC			
HCFC-22	67,2	HCFC 142b	0,0
HCFC-123	1,5		
HCFC-141b	137,5	<b>Total</b>	<b>206,2</b>

**Consumo de CFC que todavía reúne los requisitos para la financiación (toneladas PAO)**

ASIGNACIONES DEL PLAN DE TRABAJO DEL AÑO EN CURSO		Financiación en \$ EUA	Toneladas PAO eliminadas
	a)	4,076,000	55

<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>	
Uso de SAO en la empresa (toneladas PAO):	56,02
SAO que se han de eliminar (toneladas PAO):	56,02
SAO que se introducirán (toneladas PAO):	0
Duración del proyecto (meses)	36
Suma inicial solicitada (\$ EUA):	9.178.580
Costo final del proyecto (\$ EUA):	
Costo de capital adicional	5.805.500
Imprevistos (10 %):	580.550
Costo de funcionamiento adicional:	809.943
Costo total del proyecto:	7.195.993
Propiedad local (%):	78,12
Componente de exportación (%):	0
Subvención solicitada (\$EUA):	5.621.483
Eficacia en función de los costos (\$ EUA/kg):	n/a
Gastos de apoyo al organismo (\$ EUA):	421.611
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral (\$ EUA):	6.043.094
Situación de la financiación de contraparte (Sí/No):	Sí
Hitos en la supervisión del proyecto incluidos (Sí/No):	Sí
<b>RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA</b>	<b>Para ser examinado por separado</b>

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

14. En nombre del Gobierno de Colombia, el PNUD presentó a la 60<sup>a</sup> Reunión del Comité Ejecutivo un proyecto para la conversión de los HCFC a hidrocarburos en el subsector de la refrigeración doméstica (componente de espumas) en Colombia a un costo total de 9.178.580 \$EUA más gastos de apoyo al organismo por la suma de 688.392 \$EUA. La ejecución del proyecto dará por resultado la eliminación de 61,4 toneladas PAO de HCFC-141b y HCFC-22 en 2013.

15. El plan del sector de refrigeración doméstica consta de cuatro plantas fabricantes, a saber, Mabe Colombia (con 50,1% de propiedad local), Industrias Haceb, S.A. Challenger y Indusel S.A. Los niveles de consumo de HCFC y los costos estimados de conversión de cada una de las empresas fabricantes se resumen, tal y como fueron presentados, en el cuadro 1 que figura a continuación.

**Cuadro1. Empresas de refrigeración doméstica de Colombia**

Empresa	HCFC-141b		HCFC-22		Financiación (\$ EUA)
	Toneladas	Toneladas PAO	Toneladas	Toneladas PAO	
Mabe Colombia	221,3	24,3	197,1	10,8	2.715.308*
Industrias Haceb, S.A.	157,2	17,3			3.326.193
Challenger	59,1	6,5			2.220.152
Indusel S. A.	21,7	2,4			916.927
Total	459,3	50,5	197,1	10,8	9.178.580

Después de deducir el 49,9% de la propiedad extranjera.

16. Las cuatro empresas seleccionaron el ciclopentano para sustituir a los HCFC, considerando que la tecnología a base de hidrocarburos es muy utilizada y está demostrada en operaciones de espumación en los refrigeradores domésticos. Otras tecnologías alternativas no dan buenos resultados en cuanto al valor y la densidad de aislamiento (CO<sub>2</sub>/agua), son demasiado costosas y tienen valores altos de potencial de calentamiento atmosférico (PCA) (HFC), o tampoco han quedado plenamente demostradas (metilformato, metilal, HFC insaturado). Las cuatro empresas utilizan HFC-134a como refrigerante.

17. La descripción de las operaciones con espumas y los requisitos de conversión de cada empresa fabricantes se ofrece a continuación.

### Mabe Colombia

18. Mabe Colombia es una empresa que fabrica refrigeradores, de propiedad local del 50,1%, y una producción total de cerca de 902.000 unidades en 2008. La empresa comenzó a producir electrodomésticos en 1955 con el nombre de Incorsa. Desde entonces, ha cambiado su nombre varias veces, hasta que Mabe México la compró en 1996. Se utilizan dos HCFC para la producción de espuma de aislamiento: 221,5 toneladas métricas (24,36 toneladas PAO) de HCFC-141b, que se suministra a la empresa como componente del polio premezclado, y 197,1 toneladas métricas (10,84 toneladas PAO) de HCFC-22, que se añade en la planta. La combinación de HCFC-141b y HCFC-22 propicia una baja densidad del núcleo de material espumoso (32 kg/m<sup>3</sup>) en las puertas y los gabinetes aprovechando la alta presión de vapor del HCFC-22.

19. La empresa cuenta con tres cadenas de espumación; cada una está equipada con dos máquinas de espumación Cannon de alta presión cada una, con un conjunto de moldes y accesorios para gabinetes y puertas. La conversión de la tecnología de ciclopentano supone la instalación de un tanque subterráneo de 30 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del pentano, tres premezcladoras, tres tanques de poliol y tanques de

reserva para el almacenamiento de hidrocarburos y una planta de mezclado (504.000 \$EUA). Se propone la sustitución de cuatro de las seis máquinas de espuma a un costo que fluctúa entre 186.000 \$EUA y 284.000 \$EUA (el precio dependerá de la capacidad del equipo de distribución y del número de unidades instaladas), mientras que los otros dos se reconvertirán a un costo de 120.000 \$EUA cada uno (para un costo total de sustitución y reconversión del equipo de espumación de 1.190.000 \$EUA). La conversión incluye también la reconversión de moldes y accesorios (585.000 \$EUA); el equipo de seguridad (1.123.000 \$EUA); y capacitación, ensayos, pruebas, auditorías de la seguridad y optimación de los sistemas (300.000 \$EUA). Se han calculado costos de funcionamiento adicionales por la suma de 1.352.974 \$EUA para un período de dos años.

#### Industrias Haceb, S.A.

20. Industrias Haceb es una empresa de propiedad local que lleva más de 65 años en el mercado, fabricando productos de calefacción y refrigeración. En 2008 la empresa fabricó 276.230 unidades. En total se utilizan 157,2 toneladas métricas (17,29 toneladas PAO) de HCFC-141b para la producción de espuma de aislamiento. La empresa tiene cuatro isotanques (dos para el polioliol y dos para el isocianato); un sistema completo de redes para la distribución de polioliol e isocianato; tres cadenas de inyección de espuma en los gabinetes equipadas con 17 accesorios y dos de inyección de espuma en las puertas, un tambor y un carrusel, cada uno con seis accesorios. Se utilizan tres equipos de distribución de alta presión, dos instalados en 1992 y uno en 1994, para la cadena de inyección de espuma en los gabinetes, mientras que en 1994 se instalaron dos equipos de distribución para la cadena de inyección de espuma en las puertas. La conversión a ciclopentano supone la reconversión de los cinco equipos de distribución (145.000 \$EUA cada uno) y la adquisición de cinco nuevos dispositivos de mezcla en L (63.000 \$EUA cada uno). También se incluye un tanque de almacenamiento de ciclopentano de 25 m<sup>3</sup> y un tanque de reserva (149.000 \$EUA), una premezcladora y una bomba de transferencia (129.000 \$EUA), reconversión de moldes y accesorios (286.000 \$EUA) y equipo de seguridad (692.000 \$EUA). Se pide también (240.000 \$EUA) para capacitación, ensayos, pruebas, auditorías de seguridad y optimación de sistemas. Se han calculado costos de funcionamiento adicionales por la suma de 547.193 \$EUA por un período de dos años.

#### Challenger

21. La empresa es de propiedad local y fue establecida en septiembre de 1966. La fabricación de refrigeradores domésticos (80 % de la producción total), y refrigeradores comerciales y minibares (10% cada uno) comenzó en 1995. En total, 59.1 toneladas métricas (6.50 toneladas PAO) de HCFC-141b se utilizan para la producción de espumas para aislamiento. La empresa tiene en funcionamiento cuatro equipos de distribución instalados en 1991, 1994, 1998 y 2001. La conversión a ciclopentano supone la reconversión de un equipo de distribución (202.000 \$EUA) y la sustitución de otros tres (a un costo promedio de 275.000 \$EUA cada uno). También incluye un sistema de suministro de ciclopentano por barriles (26.000 \$EUA), la instalación de una premezcladora y un tanque de reserva (124.000 \$EUA), la reconversión de moldes y accesorios (65.000 \$EUA), equipo de seguridad (285.000 \$EUA), y capacitación, ensayos, pruebas, auditorías de seguridad y optimación de los sistemas (180.000 \$EUA). Se han calculado costos de funcionamiento adicionales por la suma de 342.152 \$EUA por un período de dos años.

#### Indusel, S.A

22. La empresa (Industria de Electrodomésticos o Indusel, S.A.) fue establecida en 1994 y produce diversos modelos de refrigeradores convencionales y libres de escarcha. En total se utilizan 21,7 toneladas métricas (2,39 toneladas PAO) de HCFC-141b para la producción de espuma de aislamiento. La empresa cuenta con un equipo de distribución instalado en 1995 para la inyección de espuma tanto del gabinete

como de las puertas de los refrigeradores. La conversión a ciclopentano supone la sustitución del equipo de distribución (145.000 \$EUA) y la instalación de un nuevo mecanismo de mezclado en L de alta presión (63.000 \$EUA). El ciclopentano se suministrará en barriles; por eso no se ha solicitado tanques de almacenamiento. La conversión incluye también una premezcladora, un tanque de reserva y una bomba de impulsión (124.000 \$EUA), la reconversión de moldes y accesorios (130.000 \$EUA), el equipo de seguridad (200.000 \$EUA), y capacitación, ensayos, pruebas, auditorías de la seguridad y optimación de los sistemas (90.000 \$EUA). Se han calculado costos de funcionamiento adicionales por la suma de 89.927 \$EUA para un período de dos años.

23. Se ha propuesto que la ejecución del proyecto dure tres años.

## **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DE LA SECRETARÍA**

### **OBSERVACIONES**

24. La secretaría examinó los proyectos en el contexto del documento normativo sobre el análisis revisado de las consideraciones de costos pertinentes relacionadas con la financiación de la eliminación de HCFC presentada a la 55ª Reunión (UNEP/OzLPro/ExCom/55/47), las decisiones pertinentes adoptadas sobre la eliminación de los HCFC, así como las directrices y políticas pertinentes relacionadas con la aprobación de proyectos sobre espumas en el marco del Fondo Multilateral.

#### Proyectos aprobados con anterioridad para la conversión de CFC-11 a HCFC-141b

25. El Comité Ejecutivo aprobó fondos para la conversión de CFC-11 (espuma) y CFC-12 (refrigerante) con destino a las cinco empresas fabricantes de refrigeradores domésticos de Colombia que se indican a continuación: Icasa, Industrias Haceb, Corelsa, Polarix Electrodomésticos y Challenger. Atendiendo a una solicitud de explicación de la correlación entre los proyectos aprobados con anterioridad y los proyectos presentados a la 60ª Reunión, el PNUD preparó la información que figura más adelante (el cuadro 2). Además, el PNUD ofreció una breve descripción de la situación de los otros 20 proyectos de inversión para la conversión de CFC-11 a HCFC-141b en los sectores de espumas y refrigeración comercial, que fueron aprobados también por el Comité.

**Cuadro 2. Situación de los proyectos de refrigeración doméstica aprobados con anterioridad para Colombia**

<b>Empresa</b>	<b>Situación</b>
Mabe Colombia (antes Polarix Electrodomésticos)	La empresa pasó a ser propiedad de Mabe México. La conversión se completó satisfactoriamente. La empresa utiliza actualmente HCFC-141b como agente espumante.
Icasa, S.A.	La conversión se completó satisfactoriamente. La empresa se declaró en quiebra; parte de sus operaciones fueron adquiridas por Industrias Haceb
Industrias Haceb, S.A.	La conversión se completó satisfactoriamente. La empresa utiliza actualmente HCFC-141b como agente espumante.
Indusel S.A (antes Corelsa)	La empresa cambió su nombre por el de Indusel. La conversión se completó satisfactoriamente. La empresa utiliza actualmente HCFC-141b como agente espumante.
Challenger S.A. (antes Unilemh Ltd.)	La empresa cambió su nombre por el de Challenger. La conversión se completó satisfactoriamente. La empresa utiliza actualmente HCFC-141b como agente espumante.

### Nivel de consumo de HCFC

26. El consumo de HCFC de las cuatro plantas fabricantes que operan en el subsector de refrigeración doméstica se calculó sobre la base del consumo medio de los dos últimos años (2007 y 2008) y no de la metodología aprobada por el Comité Ejecutivo en su 16ª Reunión (es decir, en las propuestas de proyectos, el consumo de SAO debería calcularse a partir de datos del año o de la media de los tres años que precedieron inmediatamente la preparación del proyecto). Por ello, el PNUD revisó el consumo correspondiente al proyecto sobre la base del consumo promedio de 2006-2008, como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Nivel de consumo de HCFC en las cuatro empresas de fabricación de equipos de refrigeración**

Empresa	Toneladas métricas			Toneladas PAO		
	HCFC-22	HCFC-141 b	Total	HCFC-22	HCFC-141 b	Total
Mabe Colombia	178,6	202,5	381,1	9,82	22,28	32,10
Industrias Haceb		142,1	142,1		15,63	15,63
Challenger		52,8	52,8		5,81	5,81
Indusel		22,6	22,6		2,49	2,49
Total	178,6	420,0	598,6	9,82	46,20	56,02

### Estrategia de eliminación de los HCFC en Colombia

27. Atendiendo a una solicitud de más información respecto de la estrategia de eliminación de los HCFC en Colombia, el PNUD indicó que están a punto de concluir las conversaciones con los principales interesados directos, entre ellos las autoridades gubernamentales y sectores industriales. El Gobierno se propone presentar el plan de gestión de eliminación del HCFC a la 61ª Reunión del Comité Ejecutivo. Sobre la base de los estudios realizados hasta la fecha, se calculó el consumo de HCFC en 2009-2012 en relación con cada HCFC que actualmente se utiliza en Colombia, como se indica en el cuadro 4. En 2008, el país exportó 303 toneladas métricas (33.33 toneladas PAO) de HCFC-141b en polioles totalmente formulados, que se incluyen en el cuadro (la cuestión de la importación/exportación de HCFC-141b en polioles premezclados será examinada por el Comité Ejecutivo en su 61ª Reunión).

**Cuadro 4. Consumo de HCFC proyectado para 2009-2012**

Sustancia	2008		2009		2010		2011		2012	
	toneladas métricas	toneladas PAO								
HCFC-22	1.221,0	67,2	1.034,0	56,9	1.179,0	64,9	1.344,0	73,9	1.532,0	84,3
HCFC-141b	947,0	104,2	802,3	88,3	914,4	100,6	1.042,5	114,7	1.188,7	130,8
HCFC-141b*	303,0	33,3	256,7	28,2	292,6	32,2	333,5	36,7	380,3	41,8
HCFC-142b	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1
HCFC-123	74,0	0,2	62,0	0,1	71,0	0,1	81,0	0,2	92,0	0,2
Total	2.546,0	204,9	2.156,0	173,6	2.458,0	197,8	2.802,0	225,5	3.194,0	257,1

(\*) HCFC-141b contenido en polioles premezclados que se exportan.

28. Las cifras que se indican en el cuadro precedente permiten calcular un consumo básico de HCFC en relación con el cumplimiento de 185,7 toneladas PAO. Del consumo extrapolado de 257,1 toneladas PAO en 2012, que incluye 41,8 toneladas PAO de HCFC-141b en polioles premezclados exportados a otros países, el Gobierno de Colombia tendría que eliminar 71,4 toneladas PAO de HCFC para observar la meta de cumplimiento de la congelación en 2013 y otras 18,6 toneladas PAO de HCFC en 2015, o 90,0 toneladas PAO en total (si se excluye del análisis la cantidad de HCFC-141b en polioles que se exportan, habría que eliminar un total de 75 toneladas PAO de HCFC para cumplir las metas de eliminación en

2013 y 2015). Todo el HCFC-141b y HCFC-22 que utilizan las plantas incluidas en el proyecto equivale a 56,02 toneladas PAO (o 70,3 toneladas PAO proyectadas para 2012).

29. En cuanto a las razones para presentar el plan de eliminación del subsector de refrigeración doméstica y sus efectos en el cumplimiento de los niveles de consumo de HCFC en 2013 y 2015, el PNUD señaló que el plan del subsector era decisivo para asegurar el cumplimiento del Protocolo por Colombia. Los resultados de los estudios realizados en el país para la preparación del plan de gestión de eliminación del HCFC y las reuniones celebradas con los principales interesados directos permitieron llegar a la conclusión de que ningún otro sector fabril podría haber contribuido con más eficacia al cumplimiento de las metas que el sector de la refrigeración doméstica. Además, en algunos de los sectores fabriles (por ejemplo, espuma rociada, aplicaciones de aire acondicionado), no se dispone de tecnologías eficaces en función de los costos que no sean a base de HFC (con un alto PCA) o hidrocarburos (que no podrían aplicarse a todas las empresas). La tecnología basada en los hidrocarburos que se seleccionó ha quedado demostrada a nivel mundial. Las cuatro empresas agrupadas en este subsector son empresas medianas o grandes comprometidas con iniciar el proceso de conversión a tecnologías que no utilizan HCFC. Se puede aprovechar y reiterar la experiencia positiva lograda en la eliminación de los CFC en el subsector de refrigeración doméstica en Colombia. Tan pronto se haya completado la conversión en las empresas, el Gobierno de Colombia publicará un reglamento por el que se prohíba la producción e importación de refrigeradores domésticos que utilizan HCFC, lo que facilitará el control del consumo de HCFC y garantizará la sostenibilidad de la eliminación. Considerando el tiempo que hace falta para la ejecución de los proyectos (36 meses), es importante comenzar lo antes posible a fin de contribuir a la reducción del consumo de HCFC consumo para cumplir las metas de 2013 y 2015.

30. Conforme a la estrategia de eliminación de los HCFC, además de la conversión del subsector de refrigeración doméstica, habría que proceder también a la conversión parcial del subsector de refrigeración comercial y a controlar los niveles de consumo de HCFC-22 en los sectores de la refrigeración y el aire acondicionado para cumplir los niveles de consumo en 2013 y 2015. El Gobierno de Colombia está supervisando de cerca los resultados de los proyectos de demostración en marcha, que previsiblemente ofrecerán soluciones ambiental y económicamente viables para las empresas pequeñas y medianas.

31. Cuando se le pidieron más aclaraciones, el PNUD confirmó que dos centrales de sistemas (Huntsman y Dow Chemical) que realizaban operaciones en Colombia, suministraban polioles plenamente formulados al subsector de refrigeración doméstica. Estas empresas mezclan en el país el poliol formulado (poliol puro más aditivos) con el HCFC-141b importado y venden un sistema de dos componentes (un poliol plenamente formulado que incluye HCFC-141b y un isocianato<sup>o</sup>).

#### Costos y otras cuestiones conexas

32. En general, la eficacia en función de los costos de la conversión del subsector de refrigeración doméstica que se presentó es de 18,11 \$EUA/kg (antes del ajuste del costo debido al componente de propiedad extranjera de la fábrica más grande). Considerando la cuantía de la financiación disponible para lograr la congelación y la reducción del 10% del consumo de HCFC en todos los países que operan al amparo del artículo 5, habría que asignar prioridad a los proyectos conforme a diversos criterios, entre ellos los valores de su eficacia en función de los costos. Al abordar esta cuestión, el PNUD explicó que el Gobierno de Colombia reconocía que la eficacia en función de los costos había sido un parámetro importante en la aprobación de los proyectos. Sin embargo, el Comité todavía sigue estudiando los valores de la eficacia en función de los costos en el caso de proyectos de HCFC. En lo que respecta a la asignación de prioridades a los sectores, durante la preparación del plan de gestión para la eliminación

definitiva (que se encuentra en una etapa de elaboración avanzada), todos los interesados directos llegaron a la conclusión de que la conversión del subsector de refrigeración doméstica sería el enfoque más eficaz en función de los costos para el cumplimiento de los objetivos de la eliminación. La búsqueda de solución al consumo de HCFC en todos los demás subsectores de fabricación surtiría en conjunto menos efecto en el cumplimiento que por medio de las cuatro empresas de fabricación de refrigeradores domésticos. Por otra parte, algunas aplicaciones en esos subsectores todavía no cuentan con una tecnología alternativa probada como no sea la de HFC (con un alto PCA) o hidrocarburos (que no podrían ser utilizados por todas las empresas). Considerar prioritario a otro sector no estaría en consonancia con el plan de gestión de eliminación del HCFC y pondría en riesgo el plan para el cumplimiento de las metas.

33. La secretaría planteó también algunas cuestiones de costos relacionadas con el capital y los gastos de funcionamiento solicitados, en particular la solicitud de nuevos equipos de distribución de espuma que utilizan hidrocarburos en lugar de reconvertir los equipos de distribución de la cadena principal, como ha ocurrido en proyectos análogos (incluido el proyecto para la eliminación de los HCFC en Mabe México, aprobado en la 59ª Reunión); la racionalización de la producción en casos en que pudiese introducirse (por ejemplo, en una de las plantas se solicitaron tres premezcladoras para cada cadena de producción, cuando solo habría bastado una sola). La financiación solicitada para el equipo de seguridad, como la ventilación y los dispositivos conexos, es cuantiosa si se compara con la de proyectos análogos aprobados. Se señaló también que la financiación para la optimización, la capacitación y los ensayos podría racionalizarse también, considerando que se trata de la eliminación en el sector y no de proyectos autónomos. Se deliberó también sobre los precios de las materias primas, el aumento de la densidad de las espumas y el tiempo que habría que costear los gastos de funcionamiento adicionales.

34. Posteriormente se llegó a acuerdo sobre reconversión de nueve de los equipos de distribución de espuma en la cadena principal para que utilicen ciclopentano, la sustitución de dos equipos de distribución de espuma por uno en una de las empresas y la sustitución de seis de esos equipos, cuya reconversión no era técnicamente viable, con equipo de capacidad análoga. Los costos de los tanques de almacenamiento de ciclopentano y el equipo auxiliar, las premezcladoras y el equipo de seguridad pertinente se ajustaron conforme al volumen de producción y al tamaño de las empresas. Por otra parte, considerando que el proyecto se ocupa del consumo de HCFC en el subsector de fabricación de equipos de refrigeración en Colombia, se racionalizaron también los costos de capacitación, pruebas, encargos y auditorías de la seguridad. La conversión a la tecnología del ciclopentano dio lugar a gastos de funcionamiento adicionales por la suma de 809.943 \$EUA por un período de un año (en lugar del período de dos años solicitado originalmente). Estos costos se derivaron del precio más alto del ciclopentano (3,00 \$EUA/kg) frente al HCFC-141b (2,40 \$EUA/kg) y del aumento de la densidad de la espuma. El costo total del proyecto que se acordó asciende a 7.195.993 \$EUA, con una eficacia en función de los costos de 12,02 \$EUA/kg. De esta cifra, se piden al Fondo Multilateral 5.621.483 \$EUA después de deducir la propiedad extranjera de una empresa (lo que arroja una eficacia en función de los costos de 9,39 \$EUA/kg). La cuantía de los fondos acordados en las empresas se indica en el cuadro 5 que figura a continuación:

**Cuadro 5. Cuantía de la financiación acordada por la empresa fabricante**

Empresa	Consumo (toneladas PAO)	Costo (\$ EUA)		
		Capital	Funcionamiento	Total
Indusel	2,49	645,018	27,196	672,214
Challenger	5,81	1.119.360	84,562	1,203,922
Haceb	15,63	1.963.720	203,839	2,167,559
Mabe	32,10	2.657.952	494,346	3,152,298
(*)		(1.327.594)	(246,916)	(1,574,510)
Total	56,03	5.058.456	563,027	5,621,483

(\*) Ajuste debido a la propiedad extranjera.

35. La eficacia en función de los costos del proyecto en general es inferior a los límites de 13,76 \$EUA/kg para la refrigeración doméstica y 15,21 \$EUA/kg para la refrigeración comercial. Además, en casos en que se seleccionaron las tecnologías basadas en los hidrocarburos para sustituir a los CFC en proyectos de refrigeración doméstica, el numerador debería descontinuarse en hasta 35%, al calcular el valor de la eficacia en función de los costos. La secretaría notes que los proyectos en el sector de la refrigeración se han ocupado históricamente de la eliminación de SAO utilizadas como agente espumante (CFC-11 o HCFC-141b) y como refrigerante (CFC-12). En consecuencia, en la reseña de las cuestiones señaladas durante el examen del documento de proyecto (UNEP/OzL.Pro/ExCom/60/15), la secretaría está presentando la cuestión de la eficacia en función de los costos de proyectos para la conversión de las empresas de refrigeración doméstica y comercial, donde el consumo total de HCFC se utiliza como agente espumante (como en el proyecto de Colombia).

#### Efecto en el medio ambiente

36. La secretaría trató de hacer un cálculo preliminar del efecto de la eliminación del consumo de HCFC en el clima para los cuatro proyectos de Colombia relacionados con las espumas, utilizando solamente los valores de PCA de los agentes espumantes y sus niveles de consumo antes y después de la conversión. Según esta metodología, tan pronto el proyecto llegue a su fin se habrán eliminado en total 46,20 toneladas PAO (420,0 toneladas métricas) de HCFC-141b y 9,82 toneladas PAO (178,6 toneladas métricas) de HCFC-22. Además de la eliminación de 56,02 toneladas PAO de HCFC, se evitaría la emisión a la atmósfera de 606.718 toneladas de CO<sub>2</sub> debido al uso de estos HCFC gracias a la conversión (el cuadro 6).

**Cuadro 6. Efecto en el clima de la eliminación del consumo de HCFC en Colombia**

Sustancia	PCA	Toneladas/año	CO <sub>2</sub> -eq (toneladas/año)
<b>Antes de la conversión</b>			
<i>HCFC-141b</i>			
Challenger	713	52,8	37.646
Industrias Haceb	713	142,1	101.317
Indusel	713	22,6	16.114
Mabe	713	202,5	144.383
<i>HCFC-22</i>			
Mabe	1.780	178,6	317.908
Total de HCFC		598,6	617.368
<b>Después de la conversión</b>			
<i>HC(*)</i>			
Challenger	25	34,9	873
Industrias Haceb	25	90,8	2.270
Indusel	25	14,5	363
Mabe**	25	285,8	7.145
Total		426,1	10.650
<b>Efecto neto</b>			
Challenger			(36.774)
Industrias Haceb			(99.047)
Indusel			(15.751)
Mabe			(455.146)
<b>Total general</b>			(606.718)

\* Cantidades de HC (ciclopentano) (toneladas/año) y CO<sub>2</sub>-equivalente basadas en las proporciones de las formulaciones de cada empresa.

\*\* Mabe: Para el total de HCFC-141b y HCFC-22.

## RECOMENDACIÓN

37. Recordando su decisión 55/43 b), en la que el Comité Ejecutivo invitó a los organismos bilaterales y de ejecución para preparar y presentar propuestas de proyectos a la secretaría para los usos de los HCFC que se mencionaban en los párrafos c), d), e) y f) de la decisión para que pudiera seleccionar los proyectos que mejor demostraran las tecnologías alternativas y facilitaran la compilación de datos exactos sobre costos de capital adicionales y gastos de funcionamiento o ahorros adicionales, así como otros datos relacionados con la aplicación de las tecnologías, el Comité Ejecutivo tal vez desee:

- a) Considerar la posibilidad de aprobar el proyecto para el plan de conversión de HCFC a hidrocarburos en la producción de espuma rígida de poliuretano para aislamiento en el subsector de refrigeración doméstica (Mabe Colombia, Industrias Haceb, Challenger y Indusel) a un costo total de 5.621.483 \$EUA y gastos de apoyo al organismo por la suma de 421.611 \$EUA para el PNUD;
- b) Pedir al PNUD y al Gobierno de Colombia que, desde el principio, deduzcan 56,02 toneladas PAO (598,6 toneladas métricas) de HCFC para sostener las reducciones totales del consumo pertinente que se establecerán en el plan de gestión para la eliminación de los HCFC en Colombia; y
- c) Pedir al PNUD que proporcione a la secretaría, al final de cada año del período de ejecución de los proyectos, informes sobre los progresos alcanzados, en los que se aborden las cuestiones relacionadas con la recopilación de datos exactos en consonancia con los objetivos de la decisión 55/43(b), y que incluya esos informes en los informes de ejecución del plan de gestión de eliminación del HCFC, tan pronto sea aprobado.

-----