



**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
en República Dominicana  
Documento de Proyecto**

**Título del Proyecto:** FARCO - Conversión de HCFC-141b en la Manufactura de Espumas Rígidas de Poliuretano para Refrigerantes Comerciales.

**Efecto(s) MANUD:** Para el 2011, contar con políticas y capacidades nacionales y locales para la protección y gestión ambiental sostenible, incluyendo la gestión de riesgos y la respuesta de emergencias y desastres.

**Efecto(s) Esperado(s) del Programa de País:** Capacidad nacional para la gestión ambiental fortalecida y coordinada con estrategias de desarrollo rural sostenible.

**Producto(s) Esperados:** Capacidad nacional fortalecida para la implementación de los tratados ambientales multilaterales, protocolos, convenciones de biodiversidad, cambio climático, degradación de la tierra y ozono.

**Asociado en la Implementación:** FABRICA DE REFRIGERADORES COMERCIALES (FARCO)

**Partes Responsables :** PNUD-Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales-FARCO

**Breve Descripción**

La fábrica de Refrigeradores Comerciales (FARCO) eliminará el uso de HCFC-141b en su producción de espuma aislante para refrigeradores comerciales. La tecnología elegida ha sido cyclopentane. La compañía ha sido requerida a acelerar su proceso de eliminación del uso de HCFC-141b por uno de sus clientes más importantes el cual desea la inmediata conversión a cero ODP/low GWP.

Periodo del Programa País: 2007-2011

Área del Resultado Clave: Medio Ambiente, Energía Renovable y Gestión de Riesgos

Código del Proyecto: 00076567  
(Atlas Award ID): 00057440  
Fecha de Inicio: 05/11/2010  
Fecha de Término: 05/10/2011  
Fecha del PAC

Modalidad de Gestión: NIM

Total Presupuesto Requerido	US\$ 332,775
Recursos Asignados:	US\$ 332,775
• Regulares	
• Otros:	
Servicios de Administración Generales (GMS):	
Servicios de Implementación y Apoyo (ISS):	2%
Contribuciones en especie:	US\$ 29,663

Aprobado por Ministerio de Ambiente: Jaime DAVID

Aprobado por FARCO: R. O. G. 18/ENE/2011

Aprobado por PNUD: [Signature]

**HOJA DE PORTADA DE PROYECTO – PROYECTOS DE INVERSIÓN NO PLURIANUALES**  
**PAÍS: República Dominicana**

**TÍTULO DEL PROYECTO****AGENCIA DE EJECUCIÓN**

**FARCO** – Conversión de HCFC-141b en la Fabricación de Espuma Rígida  
 Aislante de Poliuretano para Refrigeradores Comerciales

PNUD

**AGENCIA NACIONAL DE COORDINACIÓN:** Programa Nacional de Ozono (PRONAOZ)  
 Subsecretaría de Gestión Ambiental

**ULTIMOS DATOS DE CONSUMO REPORTADOS PARA LAS SAO CUBIERTAS POR EL PROYECTO****A: DATOS ARTÍCULO 7 (TONELADAS PAO)**

HCFC (todos)	65.4 (2008)		
--------------	-------------	--	--

**B: DATOS POR SECTOR (TONELADAS PAO, 2008)**

Nombre de	Subsector/ cantidad	Subsector/cantidad	Subsector/cantidad	Subsector/cantidad
HCFC-141b	Espumas: 16.5 (2008)			

**Consumo de HCFC que continúan siendo aptos para financiamiento : no establecido aún**

**PLAN DE NEGOCIOS PARA EL AÑO ACTUAL:**

<b>USO DE SAO EN LA EMPRESA</b>		34	SAO t
<b>SAO A ELIMINAR GRADUALMENTE:</b>		34	SAO t
<b>SAO A INCLUIR GRADUALMENTE:</b>		0	PAO t
<b>DURACIÓN DEL PROYECTO:</b>		18	Meses
<b>COSTOS DEL PROYECTO:</b>			
	Costo Incremental de Capital	US \$	345,000
	Imprevistos (10%)	US \$	34,500
	Costo Incremental Operativo	US \$	9,500
	Costo Total del Proyecto	US \$	389,000
<b>PROPIEDAD NACIONAL:</b>			100 %
<b>COMPONENTE DE EXPORTACIÓN NO-A5:</b>			--
<b>DONACIÓN SOLICITADA:</b>		US \$	332,775
<b>EFFECTIVIDAD COSTO/SUBVENCIÓN</b>		US \$/Kg. SAO 11.63/9.79	
<b>COSTO APOYO AGENCIA DE EJECUCIÓN:</b>		US \$	24,958
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO AL FONDO MULTILATERAL:</b>		US \$	357,733
<b>SITUACIÓN DE LA FINANCIACIÓN DE CONTRAPARTIDA:</b>		Compromiso de la Empresa recibido	
<b>EVENTOS DE MONITOREO DEL PROYECTO INCLUIDOS:</b>			Sí

**RESUMEN DEL PROYECTO**

Bajo este proyecto, la Fábrica de Refrigeradores Comerciales (FARCO) eliminará gradualmente el uso de 141b de HCFC en su producción de espuma aislante de PUR para refrigeradores comerciales. La tecnología seleccionada es el ciclopentano. La compañía está obligada a una eliminación acelerada por parte de uno de sus principales clientes que desea una conversión inmediata a cero PAO/bajo índice de GWP (Potencial de Calentamiento Global), o corre el riesgo de ser excluido de la lista de suplidores aprobados, lo cual originaría pérdidas de empleo.

**IMPACTO DEL PROYECTO EN LAS OBLIGACIONES DEL PAÍS CON EL PROTOCOLO DE MONTREAL:**

Este proyecto eliminará 3.74 t PAO (34 t HCFC) lo cual contribuirá a los esfuerzos de la República Dominicana para cumplir sus compromisos bajo el Protocolo de Montreal.

**Preparado por:** Bert Veenendaal  
**Revisado por:** Dr. Mike Jeffs

**Fecha:** Septiembre 15, 2009/Mayo 8, 2010  
**Fecha:** Septiembre 15, 2009

INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Portada del Proyecto.....	01
Índice.....	02
1. Objetivo del Proyecto.....	03
2. Antecedentes del Sector.....	03
3. Antecedentes de la Empresa.....	03
4. Descripción del Proyecto.....	03
5. Panorama General y Selección de la Tecnología.....	04
6. Costos del Proyecto.....	08
7. Cumplimiento con las Normas y Políticas Aplicables del ExCom (Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral).....	09
8. Implementación y Monitoreo del Proyecto.....	09
9. Impacto del Proyecto.....	10
Anexo 1	Costos Inversión de Capital
Anexo 2	Costos Operativos Incrementales
Anexo 3	Estudio Ambiental
Anexo 4	Información de Línea de Base de la Empresa y Plan de Desechos
Anexo-5	Consumo de 141b HCFC en la República Dominicana

## PROYECTO DEL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DOMINICANA

### FARCO – CONVERSIÓN DE HCFC-141b EN LA FABRICACIÓN DE ESPUMA AISLANTE PARA REFRIGERADORES COMERCIALES

#### 1.0 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es eliminar el uso de los HCFC en la fabricación de espuma rígida aislante de poliuretano en la Fábrica de Refrigeradores Comerciales CXA (FARCO) para cumplir con las demandas del cliente y, de esta manera, también contribuir al cumplimiento de la República Dominicana con los requerimientos de congelación del consumo de HCFC del protocolo de Montreal que serán aplicados a partir de Enero del 2013.

#### 2.0 ANTECEDENTES DEL PAÍS/SECTOR

La República Dominicana (DOM) ha reportado el siguiente consumo de HCFC en el 2008:

• HCFC-123	27.5 t	0.33 t PAO
• HCFC-141b	4.3 t	0.47 t PAO
• HCFC-22	889.1 t	48.90 t PAO
<b>TOTAL</b>	<b>920.9 T</b>	<b>49.70 t PAO</b>

Cuando inició su proceso de preparación de HPMP (Plan de Eliminación de HCFC) con el PNUD como Agencia de Ejecución, el país le solicitó al PNUD que investigara con carácter de urgencia el sector fabricante de espumas, ya que el bajo índice de consumo de HCFC-141b reportado parecía sospechoso. En base a esto, a finales de Agosto del 2009, el PNUD realizó un estudio preliminar de la industria de espumas. Determinó que la razón para el bajo índice reportado es que las importaciones de sistemas totalmente formulados por PUR –la principal fuente de materia prima para todos los productores de espuma en el país– no son captadas en los reportes aduanales, que a su vez son la base del informe de DOM sobre el Artículo-7.

El Gobierno solicitó al PNUD al mismo tiempo que elaborara un proyecto de eliminación de HCFC para FARCO, la cual está expuesta a perder parte de sus negocios ya que uno de sus principales clientes insistió en un producto libre de SAO. Este proyecto fue presentado a la 59va reunión del Excom (Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral), pero fue diferido en espera de una decisión de políticas sobre cómo justificar sistemas totalmente formulados que contienen HCFC. Este proyecto ha sido presentado de nuevo.

Mientras tanto, el Gobierno de la República Dominicana solicitó al PNUD que determinara la cantidad anual de sistemas con HCFC-141b importados por el país que puedan ser utilizados para corregir su informe sobre el Artículo 7. Dicho estudio aparece adjunto (**Anexo-5**). En base a este estudio, el Gobierno de la República Dominicana corregirá su informe para el 2008 con un consumo **adicional de 150 t (16.50 t PAO) HCFC-141b**. El informe corregido estará basado en los siguientes datos:

• HCFC-123	27.5 t	0.33 t PAO
• HCFC-141b	154.3 t	16.47 t PAO
• HCFC-22	889.1 t	48.90 t PAO
<b>TOTAL</b>	<b>920.9 T</b>	<b>65.70 t PAO</b>

La política del FML es eliminar primero los HCFC más potentes. Además, en el sector de espumas hay suficientes alternativas disponibles no-PAO / bajo índice de GWP a precios razonables. Cálculos preliminares indican una necesidad de eliminar 12.9 t PAO para mantenerse en cumplimiento hasta el 2015 (congelación de + 10%). Esto se traduciría en 117 t HCFC 141b (base del 2008), que es la mayor

parte del consumo de 141b de la industria de espumas. Por ende, la necesidad de comenzar a elaborar proyectos en este sector –a partir y más allá de FARCO—es evidente.

### **3.0 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

FARCO fue fundada en 1975 como una empresa local y en 1978 adquirió una licencia de Fogel Commercial Refrigerator Company, una reconocida marca en los EUA. El 100% de la compañía es de propiedad nacional y emplea a 147. FARCO es el mayor fabricante en la República Dominicana—y probablemente en toda el área del Caribe—de refrigeradores comerciales, especialmente refrigeradores de botellas para refrescos y cervezas. Sus mercados de exportación incluyen Puerto Rico, Haití, Trinidad y Tobago, San Martín, Islas Vírgenes de EUA, Guatemala, y México. La exportación a países no A5 es menos del 5 % del total de las ventas.

En 1998 la compañía participó en un programa de eliminación de CFC, convirtiendo su operación de espumas a HCFC-141b y su refrigerante a HFC-134a. Bajo este proyecto, se instaló un dispensador de alta presión con una salida de 30 Kg./min., junto a un dispositivo de baja presión ya existente. Ver detalles en el **Anexo-4**.

### **4.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

FARCO-FOGEL tiene la intención de convertir su operación del uso actual de HCFC-141b a ciclopentano. El plan de conversión incluye:

- Sustitución de los dispensadores actuales por un dispositivo con dos cabezas mezcladoras;
- Establecimiento de una estación pre mezclado con una instalación de extracción en tambores;
- Instalación de una estación de extracción en la cual se puedan mover las molduras y los accesorios durante el relleno;
- Instalación de un sensor de gas y un sistema de alarma;
- Equipo eléctrico de tierra y otros equipos de seguridad eléctrica pertinentes;
- Desarrollo de procedimientos de seguridad adecuados;
- Pruebas y entrenamiento;
- Una auditoría de seguridad exhaustiva.

Se observarán las orientaciones sobre seguridad de HC del ExCom (UNEP/Ozl.pro/ExCom/25/54).

## **5.0 PANORAMA GENERAL Y SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

Para reemplazar los HCFC en la fabricación de espumas aislantes de PUR, lo ideal sería aplicar los siguientes criterios:

- Un punto de ebullición adecuado,
- Conductividad térmica de bajo vapor,
- No inflamable,
- Baja toxicidad,
- Cero PAO,
- Bajo nivel de GWP,
- Química y físicamente estable,
- Soluble en la formulación,
- Bajo nivel de difusión,
- Basada en tecnología validada,
- Disponible comercialmente,
- Aceptable en el procesamiento, y
- Económicamente viable.

Ninguna tecnología de reemplazo actual cumple con todos estos criterios y se necesitarán acuerdos.

## 5.2 ALTERNATIVAS

A continuación aparece una lista de todas las alternativas conocidas para reemplazar los HCFC en espumas rígidas de aislamiento:

SUSTANCIA	INDICE DE GWP <sup>1</sup>	PESO MOLECULAR	GWP AMPLIADO <sup>2</sup>	COMENTARIOS
HCFC-141b	725	117	Línea basal	
CO <sub>2</sub>	1	44	-725	Uso directo/indirecto (del agua)
Ciclopentano	11 <sup>2</sup>	72	-718	Extremadamente inflamable
HFC-245fa	1,030	134	443	
HFC-365mfc	794	148	279	
HFC-134a	1,430	102	522	
Formiato de metilo	insignificante	60	-725	
Metilal	insignificante	76	-725	Reportado para co- soplado solamente
Acetona	insignificante	58	-725	Usado en slabstock flexible
FEA-1100	5	164 <sup>4</sup>	-718	En proceso de desarrollo
HFO-1234ze	6	114	-719	Introducido recientemente
HBA-2	<15	<134	>-708	En proceso de desarrollo
AFA-L1	<15	<134	>-708	En proceso de desarrollo

<sup>1</sup> A menos que se indique lo contrario, tomado de la Cuarta Evaluación de IPCC (2007)

<sup>2</sup> Derivado de la comparación de los GWP comparados a la línea de base en una base equimolar. Debe notarse que en la práctica los formuladores pueden efectuar cambios tales como mezclados con más agua o ABA que afectan el efecto de calentamiento global.

<sup>3</sup> Obtenido de *UNEP Foams Technical Options Committee 2006 Report*.

<sup>4</sup> Calculado de formulaciones publicadas.

A continuación se describen en detalle estas tecnologías.

### DIOXIDO DE CARBONO

El uso de dióxido de carbono derivado de la reacción química de agua/isocianato ha sido bastante estudiado. Se usa como agente de co soplado en casi todas las aplicaciones de espuma de PUR como un agente de soplado en muchas aplicaciones de espuma que no tienen o tienen pocos requerimientos de aislamiento térmico. No obstante, la naturaleza relativamente emisora del CO<sub>2</sub> en espumas de célula cerrada es un reto. Para evitar encogimiento, las densidades deben ser relativamente altas, lo cual tiene un efecto perjudicial en los costos operativos por encima del bajo valor de aislamiento. No obstante, el mayor uso de agua/ CO<sub>2</sub> ha sido y sigue siendo una herramienta importante en la eliminación gradual de los HCFC en aquellos casos donde los HC no pueden ser usados por razones económicas o técnicas. No existe una barrera tecnológica. Sin embargo el uso de agua/CO<sub>2</sub> solo estará limitado a espumas no aislantes tales como

- Espumas de piel integral (con restricciones cuando existe un problema de friabilidad)
- Espumas rígidas de célula abierta
- Espumas en spray/ in situ para aplicaciones de bajo o cero aislamiento térmico

El dióxido de carbono puede también ser añadido directamente como un agente físico de soplado mediante el uso de CO<sub>2</sub> súper crítico. Esta tecnología aún no ha sido validada en proyectos para A5.

## HIDROCARBONOS

En refrigeración y aplicaciones de panel ha habido muchos proyectos para la eliminación gradual de CFC en base a HC/ sustentados por el FML. Típicamente, el tamaño económico mínimo ha sido ~50 PAO /US\$ 400,000 con algunas excepciones para la refrigeración doméstica. Los proyectos menores fueron disuadidos. Por consiguiente, no hay un uso para los HC en pequeñas y medianas empresas (SME por sus siglas en inglés). Además, la tecnología fue considerada insegura para múltiples aplicaciones tales como los sprays y las espumas in situ. Generalmente, se ha usado ciclopentano para refrigeración y n-pentano para paneles. La matización a través de mezclas de HC (ciclo/iso pentano o ciclopentano/isobutano), que actualmente son estándar en países no-A5, no son ampliamente utilizadas en los A5. Por consiguiente, los costos de inversión son los mismos que al momento de eliminar gradualmente los CFC, y la tecnología continuará siendo demasiado costosa para las SME y restringida a las mismas aplicaciones que antes. Sin embargo, existen opciones para afinar los costos de proyecto e investigar otras aplicaciones:

- La introducción de mezclados de HC que permitirán densidades menores (menores COI)
- Adición de Metilal para reducir el tamaño de la célula y mejorar el valor de aislamiento (mejor rendimiento)
- Inyección directa (menor inversión)
- Inyección de baja presión/directa (menor inversión)
- Pre mezclado centralizado por casas de sistema (menor inversión)
- Equipo dispensador para aplicaciones específicas (menor inversión)

El PNUD ha iniciado un estudio de estas opciones con el objetivo de reducir el tamaño económico mínimo a ~25 t/a o US\$200,000. El estudio acaba de ser aprobado y los resultados se esperan para mediados del 2010.

## LOS HFC

Actualmente se usan tres HFC en las aplicaciones de espumas. La siguiente tabla incluye sus principales propiedades físicas:

Parámetro	HFC-134a	HFC-245fa	HFC- 365mfc
Fórmula química	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Peso molecular	102	134	148
Punto de ebullición (°C)	-26.2	15.3	40.2
Conductividad de gas (mWm <sup>0</sup> K a 10 <sup>0</sup> C)	12.4	12.0 (20 <sup>0</sup> C)	10.6 (25 <sup>0</sup> C)
Límites inflamables en aire (Vol. %)	Ninguno	Ninguno	3.6-13.3
TLV u OEL (ppm)	1,000	300	No establecido
GWP (100 y)	1,410	1,020	782
PAO	0	0	0

El uso actual de HFC en países A5 no es significativo. Existe cierto uso de HFC-134a en suelas de calzados—mayormente en México. Aparte del precio, su uso es complicado debido a su bajo punto de ebullición. El uso de otros HFC (líquidos), aunque ha sido validado, está restringido a productos para exportación – y aun así, de manera esporádica. ¡El bajo costo de HCFC-141b es sencillamente demasiado convincente! Por otro lado, estos químicos han jugado un papel importante en el reemplazo de los HCFC para aplicaciones de espumas en países no A5 —a pesar del alto potencial de GWP.

Las formulaciones no son reemplazos moleculares sencillos. Por lo general, el uso del agua ha sido maximizado y a veces se han añadido otros agentes de co soplado. Por lo tanto, un estudio de su impacto ambiental tiene que estar basado en mezclados comerciales reales y validados.

## FORMIATO DE METILO (ECOMATE®)

El Formiato de Metilo, también llamado Metanoato de Metilo, es una sustancia química de bajo peso molecular que se usa en la fabricación de formamidas, ácido fórmico, productos farmacéuticos, como insecticida, y recientemente, como agente de soplado para espumas. La empresa Foam Supplies, Inc. (FSI) en los EUA es la pionera y patentizó su uso como agente de soplado en espumas de PUR a partir del 2000. Se han reportado las siguientes propiedades físicas:

Propiedad	Formiato de Metilo	HCFC-141b
Apariencia	Líquido transparente	Líquido transparente
Punto de ebullición	31.3° C	32° C
LEL/UEL	5-23 %	7.6-17.7
Presión de vapor	586 mm Hg @ 25° C	593 mm Hg @ 25° C
Lambda, gas	10.7 mW/m.k @ 25° C	10.0 mW/m.k @ 25° C
Ignición automática	>450° C	>200° C
Gravedad específica	0.982	1.24
Peso molecular	60	117
Índice de GWP	0	630
TLV (valor límite umbral) (EUA)	100 ppm TWA/150 ppm STEL	500 ppm TWA/500 ppm STEL

En los EUA, Ecomate® no es considerado un componente orgánico volátil (no genera humo contaminante) y está aprobado por el SNAP. En Europa cumple con las directivas de la RoHS (Restriction of Hazardous Substances) y de WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment). Se ha reportado un bajo nivel de toxicidad aguda, sin peligros particulares. La MSDS (Material Safety Data Sheets) menciona el R12 (extremadamente inflamable pero no explosivo); R20/22 (dañino por inhalación y si es tragado) y R36/37 (irritante para ojos y el sistema respiratorio).

La empresa Foam Supplies, Inc.(FSI) reporta un estudio de caso que evidencia emisiones de proceso por debajo de 100 ppm, que es menos que los STEL y la TWA y por tanto no requerirían precauciones especiales en el área industrial. Ecomate® por lo regular se vende como un sistema, lo que restringiría los problemas de inflamabilidad para el suplidor. Los sistemas pueden ser embarcados sin etiquetas que indiquen “inflamable”.

El ExCom aprobó dos proyectos piloto para validar el uso de formiato de metilo en todas las potenciales aplicaciones. Un informe de validación será presentado ante la 61ra. Reunión del ExCom.

## METILAL

El Metilal, también llamado dimetoximetano, pertenece a la familia de los acetilos. Es un líquido inflamable transparente, incoloro, de olor parecido al cloroformo, con un punto de ebullición relativamente bajo. Sus principales usos son: como solvente y en la fabricación de perfumes, resinas, adhesivos, removedores de pintura y recubrimientos protectores. Es soluble en tres partes de agua y miscible con la mayoría de los solventes orgánicos comunes.

Propiedad	Metilal	HCFC-141b
Apariencia	Líquido transparente	Líquido transparente
Punto de ebullición	42° C	32° C
LEL/UEL	2.2-19.9 %	7.6-17.7
Presión de vapor	400 mm Hg @ 20° C	593 mm Hg @ 25° C
Lambda, gas	No disponible	10.0 mW/m.k @ 25° C
Ignición automática	235° C	>200° C
Gravedad específica	0.821 @ 20° C	1.24

Peso molecular	76.09	117
Índice de GWP	Insignificante	630
TLV (valor límite umbral) (EUA)	1000 ppm TWA	500 ppm TWA/500 ppm STEL

El uso de Metilal como agente de soplado conjuntamente con hidrocarburos y HFC para aplicaciones de espumas rígidas (refrigeración doméstica, paneles, aislamiento de tubería y spray) ha sido bien documentado. Se alega que en paneles continuos, el Metilal mejora la miscibilidad del pentano, promueve el mezclado en la cabeza de mezclado, la uniformidad de la espuma, flujo, adhesión a superficies de metal y propiedades aislantes, reduciendo simultáneamente el tamaño de las mezclas. En paneles discontinuos, donde la mayoría de los fabricantes utilizan agentes no inflamables, la adición de un porcentaje bajo de Metilal a los HFC (245fa, 365mfc ó 134a) permite preparar pre mezclados con polioles poco inflamables sin ningún efecto perjudicial en la producción de fuego de la espuma. El Metilal reduce el costo, mejora la miscibilidad, la uniformidad de la espuma y el flujo y la adhesión a superficies metálicas. Soplado conjuntamente con HFC-365mfc, también mejora el aislamiento térmico. En la refrigeración doméstica, comparado con el ciclopentano solo, el Metilal aumenta la velocidad del soplado y su fuerza integral. En espumas de spray reduce el costo de HFC-245fa o HFC-365mfc.

A pesar de todas las referencias documentadas, el conocimiento público del rendimiento industrial del Metilal es limitado, y en Julio 2009 el ExCom aprobó un proyecto piloto para validar su uso como posible reemplazo de los HCFC para proyectos del FML (siglas en ingles del Fondo Multilateral) en países en desarrollo.

### TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Desde principios del 2008, los principales fabricantes de compuestos halogenados han propuesto una avalancha de nuevos agentes de soplado para espumas de PUR. Vale la pena mencionar a cuatro de ellos. Todos éstos están dirigidos a reemplazar los HFC y a veces llamados “HFS de segunda generación”, aunque HFO resulta ser una mejor descripción. Estos comparten poca /no inflamabilidad, cero PAO y niveles insignificantes de GWP:

	<b>HFO-1234ze</b>	<b>HBA-2</b>	<b>FEA-1100</b>	<b>AFA-L1</b>
Fórmula química	CHF=CHF <sub>3</sub>	n/k	n/k	n/k
Peso molecular	114	<134	161-165*	<134
Punto de ebullición (°C)	-19	>15 <32	>25	>10 <30
Conductividad de gas (mWm <sup>0</sup> K at 10 <sup>0</sup> C)	13	n/k	10.7	10
Límites inflamables en aire (Vol. %)	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
TLV o OEL (ppm; USA)	1,000**	n/k	n/k	n/k
Índice de GWP (100 y)	6	<15	5	Insignificante
PAO	0	0	0	0

\* calculado      \*\*propuesto

A excepción de HFO-1234ze, todos los químicos aún deben pasar por pruebas considerables de toxicidad y por ende no aparecerán en el mercado en los próximos 2-4 años. Esto puede ser demasiado tarde en el contexto de los A5 donde la conversión de espumas es prioritaria. En cuanto al HFO-1234ze, esto estará dirigido como reemplazo de HFC-134a en espumas de un componente (EUC). Solo existen unos cuantos fabricantes de EUC en los países en desarrollo.

### 5.3 SELECCIÓN

FARCO-VOGEL seleccionó el ciclopentano como candidato para el reemplazo de los HCFC porque:

- La tecnología en base a agua no resulta favorable en términos de costo, densidad y valor de aislamiento;
- Los costos operativos de los HFC son muy elevados y tienen índices de GWP muy altos;
- Pruebas han demostrado que el formiato de metilo no cumple con sus requerimientos de densidad (< 35 Kg. /m<sup>3</sup>).

La compañía está consciente de que su línea de base de consumo de HCFC podría ser insuficiente para calificar para una compensación a todo costo, y en ese caso, está dispuesta a pagar la diferencia con sus propios recursos.

## 6.0 COSTOS DEL PROYECTO

### 6.1 CÁLCULO DE LOS COSTOS INCREMENTALES DE CAPITAL

El total real de los costos de inversión es de **US\$379,500**. Esto incluye un 10% para imprevistos. Los detalles de los costos incrementales de capital aparecen en el **Anexo-1**.

### 6.2 CÁLCULO DEL COSTO INCREMENTAL OPERATIVO

Los costos incrementales operativos son **US\$9,500 (US\$ 0.28/Kg. SAO)** por una operación de un año. El cálculo detallado aparece en el **Anexo-2**.

### 6.3 COSTO EFECTIVIDAD (CE)

El costo efectividad de este proyecto es **US\$11.44/Kg. SAO** lo cual es más del umbral permitido (**US\$ 7.83 + 25% =) US\$ 9.79/Kg. SAO**). La compañía está preparada para financiar la diferencia (**US\$ 56,225**).

### 6.4 FONDO DE SUBVENCIÓN MULTILATERAL PROPUESTO

La solicitud de subvención propuesta es de **US\$332,775**. El Gobierno de la República Dominicana proveerá una carta de aprobación formal.

## 7.0 CUMPLIMIENTO CON LAS NORMAS Y POLITICAS APLICABLES DEL EXCOM

Este proyecto es un proyecto único porque el HPMP todavía no está listo. Su presentación está contemplada para la 62<sup>a</sup>. Reunión del ExCom. Se ha realizado un estudio del sector de espumas (B) y existe la necesidad de iniciar proyectos para lograr las metas de congelamiento y reducción entre 2013/2015. Los siguientes criterios y requisitos del ExCom aplican:

CRITERIOS	REQUISITOS	CUMPLIMIENTO	REFERENCIA
Fecha Límite	12-9-2007	Sí	Fundada en 1975
Segunda etapa de conversión	Demostrar necesidad	Sí	Página 4
Punto de Partida para la Reducción Agregada	Ultimo reportado o promedio 2009/10	2009/10	Decisión del Gobierno
Aplicación de 55/47	Obligatorio	Sí	
Efectividad Subvención	Límite del umbral de aplicación en US\$/Kg. SAO	Sí	Página 9
Exención por Bajo GWP (+25% CE)	Sí/no	Sí	Página 9

Limitación de costos incrementales	<US\$ 1.60/Kg. (HCFC-141b)	Sí	Página 9
Relación con el HPMP	Por establecerse	Sí	Sección 2
Impacto en el cumplimiento del país con el Protocolo de Montreal	Por abordarse	Sí	Sección 2
Fecha de presentación al HPMP	A incluirse	Sí	11/2010
Sistemas importados conteniendo HCFC*	Si afirmativo, a reflejarse en los informes*	Sí	Capítulo 2 Anexo-5

\*Esta todavía no es una política sino un importante mecanismo de control considerado necesario

## 8.0 IMPLEMENTACION Y MONITOREO DEL PROYECTO

La implementación está programada de la siguiente manera:

Actividad (por trimestre)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aprobación del Proyecto por el FML	X										
Presentación Documento de Proyecto para la firma	X										
Firma del Documento de Proyecto	X										
Especificación del equipo		X									
Compra del equipo		X									
Instalación del equipo				X							
Capacitación				X							
Pruebas y ensayos					X						
Inicio de la producción					X	X					
Inclusión gradual							X	X			
Proyecto terminado									X		
Firma HOP										X	

### EVENTOS PARA MONITOREO DEL PROYECTO (medidos para aprobación del proyecto)

TAREA	MES
(a) Documento de Proyecto presentado al beneficiario	2
(b) Firma del Documento de Proyecto	3
(c) Licitaciones preparadas y solicitadas	4
(d) Contratos otorgados	6
(e) Equipo entregado	10
(f) Capacitación de pruebas y ensayos realizados	12
(g) Asignación de labores	17
(h) Firma HOP	18

## 8.0 IMPACTO DEL PROYECTO

**Beneficios Directos:** Este proyecto eliminará el uso de 34 t HCFC-141b en condiciones de línea de base. El proyecto emplea tecnología comercialmente disponible y ambientalmente aceptable.

**Beneficios Indirectos:** La nueva tecnología permitirá a FARCO-VOGEL servir a sus clientes internacionales. El mismo además contribuirá a los esfuerzos de la República Dominicana para cumplir con sus obligaciones para eliminación de los HCFC bajo el protocolo de Montreal.

**ANEXO-1**  
**CÁLCULO DE LOS COSTOS INCREMENTALES DE CAPITAL**

**FARCO-VOGEL: Resumen Costos de Inversión**

Artículo	( Costos en US\$)		Sub-total	De Cuál Componente de Seguridad
	Costo Unidad	Cantidad		
<b>1 Almacenamiento/mezclado de hidrocarburos</b>				
1.1 Módulo pre mezclado consistente de tanque de poliol	15,000	1		
Pre mezcladora	60,000	1		
<b>Total Almacenamiento/Mezclado</b>			<b>75,000</b>	<b>75,000</b>
<b>2 Equipo Espuma</b>				
2.1 Dispensador de alta presión doble cabeza pentanizado 100 Kg. /min.	150,000	1	150,000	
<b>Total Equipo de Espuma</b>			<b>150,000</b>	<b>75,000</b>
<b>3 Equipo de Seguridad</b>				
3.1 Sistemas de seguridad/alarma, consola base	25,000	1	25,000	
sensores	2,000	5	10,000	
3.2 Proceso escape de gases	20,000	1	20,000	
3.3 Obra civil	10,000	1	10,000	
3.4 Modificaciones eléctricas (tierra, etc.)	10,000	1	10,000	
<b>Total Seguridad</b>			<b>75,000</b>	<b>75,000</b>
<b>4 General</b>				
4.1 Capacitación y Apoyo Técnico Internacional	20,000	1	20,000	
4.2 Ensayos	10,000	1	10,000	
Pruebas	5,000	1	5,000	
3.3 Auditoría de seguridad	10,000	1	10,000	
<b>Total General</b>			<b>45,000</b>	
5 Imprevistos (~10%)			34,500	
<b>TOTAL COSTOS INVERSION CAPITAL</b>			<b>379,500</b>	<b>225,000</b>

**ANEXO 2**  
**CALCULO DE COSTOS OPERATIVOS INCREMENTALES**

Los siguientes costos han sido basados en el sistema actual de costos y consumo en FARCO-VOGEL y una formulación de reemplazo suministrada por Huntsman:

<u>Antes:</u>	220 t sistemas	@ US\$ 2,200	=	484,000	
	242 t MDI	@ US\$ 2.200	=	537,240	US\$ 1,021,240
<u>Después:</u>	13 t CP	@ US\$ 2,200	=	28,600	
	187 t sistemas	@ US\$ 2,250	=	420,750	
	260 t MDI	@ US\$ 2,200	=	572,000	US\$ 1,012,000
<hr/>					
<b>Costos Operativos Incrementales/año</b>					<b>US\$ 9,460</b>
<b>Say</b>					<b>US\$ 9,500</b>
<hr/>					

### ANEXO 3 ESTUDIO AMBIENTAL

Los hidrocarburos son reemplazados con cero PAO para el uso de HCFC en aplicaciones de espuma. Proporcionan, además de no tener ningún potencial de deterioro del ozono, una reducción considerable en el potencial de calentamiento global según se indica en la siguiente tabla:

SUBSTANCIA	GWP <sup>1</sup>	PESO MOLECULAR	GWP INCREMENTAL <sup>2</sup>
HCFC-141b	725	117	Línea de Base
Ciclopentano	11	72	-718

<sup>1</sup> Tomado de IPCC's Fourth Assessment (2007)

<sup>2</sup> Obtenido comparando los índices de GWP en comparación con la línea de base en una base equimolar. Debe notarse que en la práctica, los formuladores pueden efectuar cambios tales como aumento del agua o mezclas ABA que impactan el efecto de calentamiento global.

La tecnología cumple así con la decisión XIX/6 de MOP en vista del deseo de minimizar los efectos secundarios negativos en el medioambiente.

**ANEXO-4**  
**INFORMACION DE LINEA DE BASE EQUIPOS DE LA EMPRESA Y PLAN DE ELIMINACIÓN**

<b>Equipo</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Fecha de Instalación</b>	<b>Acción Propuesta</b>	<b>Plan de Eliminación</b>
Dispensador de espuma de baja presión (1)	Decker	15 Kg. /min.	1998	Reemplazar	Desecho
Dispensador de espuma de alta presión	Elastogran	30 Kg. /min.	1998	Reemplazar	Desecho

## ANEXO-5

### CONSUMO DE HCFC-141B EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

#### 1. INTRODUCCION

La República Dominicana está preparando su Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP por sus siglas en inglés). El problema es que el uso actual de HC FC-141b en su industria de espumas excede por mucho el uso reportado de esta sustancia. Esto está relacionado con el hecho de que todos los productores de espuma importan sistemas totalmente formulados con PUR. Estos sistemas contienen HCFC-141b pero no se incluyen en los reportes aduanales que son utilizados para los informes anuales a la Secretaría de Ozono y la Secretaría del Fondo Multilateral para la Implementación del Protocolo de Montreal, y continuar esta práctica privaría a estas compañías de recibir cualquier tipo de asistencia financiera y técnica del FML y dificultará que la República Dominicana pueda cumplir con sus obligaciones bajo el Protocolo de Montreal.

La Decisión XIV/7 del MOP indica en su párrafo 4:

*a) No importa cuál código aduanero es asignado a una sustancia controlada o mezcla conteniendo una sustancia controlada, dicha sustancia o mezcla, cuando se encuentre en un recipiente utilizado para transporte o almacenamiento tal como se define en la Decisión 1/12A, se considerará una "sustancia controlada" y por lo tanto estará sujeta a los programas de eliminación acordados por las Partes;*

*b) La aclaración que figura en el inciso (a) más arriba se refiere, en particular, a sustancias controladas o mezclas que contengan sustancias controladas clasificadas según códigos aduaneros relacionados con su función y a veces consideradas erróneamente como "productos", evitando así cualquier control como resultado de los programas de eliminación del Protocolo de Montreal;*

En vista de que no se efectuaron cambios en los formularios de reporte de SAO recibidos de la Secretaría de Ozono, esta aclaración no ha sido implementada por República Dominicana. Una vez consciente de esto, el Gobierno de la República Dominicana decidió corregir esta omisión lo antes posible. Por ello ha solicitado al PNUD que determine la cantidad anual de HCFC-141b que se importa en el país. Para llevar esto a cabo, el PNUD tomó en consideración varios métodos:

1. Una extrapolación de proyectos de conversión anteriores que se basaron en el reemplazo de CFC-11 por HCFC-141b
2. Una evaluación de las compañías de espumas locales que usan actualmente sistemas de HCFC conteniendo HCFC.
3. Un análisis de los datos aduanales relacionados con la importación de sistemas de PUR.

A continuación aparece un informe del resultado de estos tres enfoques, seguidos de una discusión y una corrección propuesta por el Gobierno de la República Dominicana a los datos reportados sobre el consumo de SAO.

#### 2. EXTRAPOLACIÓN DE PROYECTOS ANTERIORES

Los siguientes proyectos de eliminación de CFC que convirtieron a HCFC-141b fueron implementados en la República Dominicana:

- Paredomi RPF 67.0 t HCFC-141b Paneles

• FARCO	RPF	28.9 t HCFC-141b	Refrigeración Comercial
• Metalgaz	RPF	21.7 t HCFC-141b	Refrigeración Comercial
• <u>Ind. Continental</u>	RPF	16.7 t HCFC-141b	Refrigeración Comercial
<b>Total</b>		<b>134.3 t HCFC-141b</b>	

Con excepción de Continental, todas estas compañías continúan activas en producción. Otra empresa fue abordada pero en ese momento rechazó el proyecto (Everdoor, RPF, 12.5 t CFC-141b).

La línea de base de consumo en el 2000 calculada según lo anterior es de 129.8 t HCFC-141b. El consumo actual de FARCO es de 33.6 t HCFC-141b, lo que representa un alza a 16.2%. FARC estima que el crecimiento general del mercado será alrededor de 15% a partir del 2000. Esto colocaría entonces el consumo actual en

**~150 t HCFC-141b (2008)**

### 3. ESTUDIO DEL MERCADO

El PNUD asumió una misión para DOM de Agosto 29 a Septiembre 2, 2009 y visitó en ese momento a todos los fabricantes de Espuma/Refrigeración Comercial que usan HCFC-141b. El Gobierno le dio seguimiento con visitas adicionales y tanto el PNUD como el Gobierno contactaron importadores/suplidores de PUR para validar la información recibida. Aunque el estudio de mercado no está terminado, a continuación se ofrecen los resultados preliminares:

• Paredomi	RPF	70 t HCFC-141b	Paneles
• FARCO	RPF	34 t HCFC-141b	CRM
• Metalgaz	RPF	15 t HCFC-141b	CRM
• Aislantes y Techos	RPF	15 t HCFC-141b	Spray
• Everlast Door	RPF	10 t HCFC-141b	Puertas
• <u>Ever Door</u>	RPF	13 t HCFC-141b	Puertas
<b>Total</b>		<b>157 t HCFC-141b</b>	<b>(2008)</b>

Originalmente, luego de esta misión se reportaron 120 t. Sin embargo, en conversaciones con los suplidores se determinó que algunas compañías no usaron la cantidad correcta de HCFC contenidos en el sistema (FARC) y otro usuario adicional de HCFC (Aislantes). Por lo tanto, se cree que 157 t es la cifra más correcta.

### 4. DATOS ADUANALES

De la información recibida de los usuarios, el número de químicos de PUR es 3909.05.00. Esto fue unificado a mediados del 2008, o sea que los datos anteriores no son confiables. El PNUD revisó las 431 entradas bajo ese código para el 2009 y seleccionó de las descripciones de productos 148 entradas que podrían ser aplicadas a sistemas totalmente formulados. Esto asciende a 616 t. Utilizando un contenido de HCFC de 20-24 %, esto ascendería a 125-148 t HCFC-141b (2009). Sumando las 4.3 t de material puro, ascendería a

**129-152 t HCFC-141b (2009)**

Repetidas importaciones llegaron predominantemente desde China, Colombia, México y los EUA, con algunas compras puntuales de Corea del Sur y Taiwán.

### 5.

### 6. DISCUSIÓN

Los datos de consumo desde cada uno de los enfoques oscilan entre 150-160 t, tomando en cuenta que los datos aduanales del 2009 muy probablemente reflejarán una disminución de años anteriores en base a la baja económica. Las informaciones del estudio de mercado pueden ser las más confiables, pero estos datos no han sido totalmente validados, a la vez que los datos históricos dependen de una apreciación verbal sobre el crecimiento del mercado por solo un usuario – aunque es uno de los mayores.

## **7. RECOMENDACIÓN**

El PNUD recomienda que el Gobierno de la República Dominicana reporte para el año 2008 un consumo **adicional de 150 t HCFC-141b**. Para el informe del 2009, esta cantidad puede ser ajustada a cualquier cambio que refleje el consumo general.