



Distr.: General  
29 de agosto de 2007



## Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Español  
Original: Inglés

### Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes Comité de Examen de los contaminantes orgánicos persistentes Tercera reunión

Ginebra, 19 a 23 de noviembre de 2007

Tema 6 c) del programa provisional\*

### Examen de los proyectos de evaluaciones de perfil de riesgos sobre: hexabromobifenilo

## Proyecto de evaluación de la gestión de riesgos: hexabromobifenilo

### Nota de la secretaría

1. En su segunda reunión, el Comité de Examen de los contaminantes orgánicos persistentes adoptó la decisión POPRC-2/3 sobre el hexabromobifenilo<sup>1</sup>. En virtud del párrafo 4 de la decisión, el Comité decidió establecer un grupo de trabajo especial para que preparara una evaluación de la gestión de riesgos que incluyera un análisis de las posibles medidas de control del hexabromobifenilo con arreglo al anexo F del Convenio.
2. Los miembros y observadores del grupo de trabajo especial sobre el hexabromobifenilo figuran en el anexo V del documento UNEP/POPS/POPRC.2/17.
3. En su segunda reunión, el Comité aprobó un programa de trabajo normalizado para la preparación de un proyecto de evaluación de la gestión de riesgos<sup>2</sup>.
4. De conformidad con la decisión POPRC-2/3 y el programa de trabajo normalizado que aprobó el Comité, el grupo de trabajo especial sobre el hexabromobifenilo preparó el proyecto de evaluación de la gestión de riesgos que figura en el anexo de la presente nota. Este proyecto no ha sido oficialmente corregido por los servicios de edición en el idioma inglés.

### Medidas que podría adoptar el Comité

5. El Comité tal vez desee:
  - a) Aprobar, con las modificaciones que considere pertinentes, el proyecto de evaluación de la gestión de riesgos que figura en el anexo de la presente nota;
  - b) Decidir, conforme al párrafo 9 del artículo 8 del Convenio y sobre la base del perfil de riesgos que adoptó en su segunda reunión (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.3) y el proyecto de

\* UNEP/POPS/POPRC.3/1/Rev.1.

<sup>1</sup> Véase UNEP/POPS/POPRC.2/17, anexo I.

<sup>2</sup> Ibid., párr. 39 y anexo II B.

K0762859 130907 081007

evaluación de la gestión de riesgos, si se debería recomendar que la Conferencia de las Partes examinara el producto químico para su inclusión en los anexos A, B y/o C.

**Anexo**

# **HEXABROMOBIFENILO**

## **PROYECTO DE EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS**

Proyecto elaborado por el grupo de trabajo especial sobre  
el hexabromobifenilo  
establecido por el Comité de Examen de los contaminantes orgánicos  
persistentes  
del Convenio de Estocolmo

**Agosto de 2007**

## Índice

Resumen ejecutivo.....	5
1. Introducción .....	6
1.1. Identidad química, producción y usos.....	6
1.1.1. Identidad química .....	6
1.1.2. Producción y usos .....	6
1.2. Conclusiones del Comité de Examen sobre la información de los anexos D y E .....	7
1.3. Fuentes de los datos .....	7
1.4. Situación de los productos químicos con arreglo a los convenios y las convenciones internacionales.....	8
1.5. Cualquier medida de control adoptada a nivel nacional o regional.....	9
2. Determinación de las posibles medidas de control.....	9
2.1. Alternativas .....	10
2.1.1. Descripción de alternativas (sustancias) .....	11
2.1.2. Descripción de alternativas (tecnologías) .....	13
2.1.3. Viabilidad técnica .....	13
2.1.4. Costos, incluidos los costos ambientales y para la salud .....	13
2.1.5. Eficacia .....	13
2.1.6. Disponibilidad.....	14
2.1.7. Posibilidad de acceso .....	14
2.2. Eficacia y eficiencia de las posibles medidas de control para lograr los fines de reducción de riesgos....	14
2.2.1. Viabilidad técnica .....	14
2.2.2. Costos, incluidos los costos ambientales y para la salud .....	14
2.3. Resumen de la información sobre las repercusiones de la aplicación de posibles medidas de control en la sociedad .....	14
2.3.1. Salud, incluida la salud pública, ambiental y en el lugar de trabajo .....	14
2.3.2. Agricultura, incluidas la acuicultura y la silvicultura .....	14
2.3.3. Biotas (diversidad biológica).....	15
2.3.4. Aspectos económicos.....	15
2.3.5. Transición hacia el desarrollo sostenible .....	15
2.3.6. Costos sociales.....	15
2.3.7. Otras consecuencias (Consecuencias de los desechos y la eliminación: existencias, emplazamientos contaminados) .....	15
2.4. Otras consideraciones.....	16
2.4.1. Acceso a la información y formación del público.....	16
2.4.2. Estado de la capacidad de control y vigilancia .....	16
3. Síntesis de la información .....	16
4. Conclusión .....	17
Referencias .....	18

## Resumen ejecutivo

La Comunidad Europea y sus Estados miembros que son Partes en el Convenio de Estocolmo propusieron incluir el hexabromobifenilo en el anexo A del Convenio en 2005. En su segunda reunión, el Comité de Examen de los COP decidió, en virtud del apartado a) del párrafo 7 del artículo 8 del Convenio, que era probable que el hexabromobifenilo, como resultado de su transporte ambiental de largo alcance, tuviera efectos adversos importantes para la salud humana y el medio ambiente, de modo que se justificaba la adopción de medidas a nivel mundial.

El hexabromobifenilo es un producto químico que se fabrica intencionalmente y se ha usado como retardante de llama. Según la información disponible, hace ya varios años que dejó de producirse y utilizarse la sustancia, pero no puede descartarse que todavía se esté produciendo o usando en algunos países en desarrollo. El hexabromobifenilo se ha usado principalmente en productos plásticos ABS y revestimientos para cables. Teniendo en cuenta un ciclo de vida previsto de 5 a 10 años para los productos eléctricos y electrónicos, se calcula que ya se han eliminado todos los productos.

La medida de control más eficaz sería la prohibición de toda la producción y todos los usos del hexabromobifenilo y de los productos y artículos que contienen hexabromobifenilo. En vista de que no se han identificado otros usos del hexabromobifenilo, la inclusión de ese producto químico en el anexo A sin ninguna exención específica podría ser la medida principal de control del Convenio. La inclusión del hexabromobifenilo en el anexo A también significaría que procedería aplicar las disposiciones del artículo 3 relativas a las importaciones y exportaciones y las del artículo 6 relativas a la identificación y eliminación racional de las existencias y los desechos.

Respecto de los sustitutos de los productos químicos y las alternativas técnicas, los datos notificados (aunque no se relacionan específicamente con el hexabromobifenilo, sino con las alternativas generales a los retardantes de llama bromados) muestran que existen alternativas menos peligrosas, por ejemplo, trihidróxido de aluminio. No obstante, no se puede hacer caso omiso de que entre las alternativas puede haber alguna tan o más peligrosa en comparación con el grupo de retardantes de llama bromados (por ejemplo, los compuestos halogenados y parcialmente no halogenados de fósforo).

Dado que el hexabromobifenilo dejó de producirse hace algunas décadas, la disponibilidad de alternativas, la eficacia y las consecuencias en materia de costos no constituyen un problema. Sobre la base de la misma información, no se prevé que la inclusión del hexabromobifenilo en el anexo A tenga repercusiones negativas significativas en la sociedad. En el caso de la producción actual en lugares del mundo de la que no se tiene conocimiento cabría esperar un efecto beneficioso si se siguiera reglamentando la gestión y eliminación de las existencias potenciales restantes y se impidiera la reintroducción del hexabromobifenilo a escala mundial.

## 1. Introducción

La Comunidad Europea y sus Estados miembros que son Partes en el Convenio de Estocolmo han propuesto incluir el hexabromobifenilo (HBB) en el anexo A del Convenio de Estocolmo.

### 1.1. Identidad química, producción y usos

#### 1.1.1. Identidad química

El hexabromobifenilo (HBB) pertenece a un amplio grupo de bifenilos polibromados (PBB). El término “bifenilos polibromados” o “polibromobifenilos” hace referencia a un grupo de hidrocarburos bromados que se forman por sustitución del hidrógeno por bromo en un bifenilo. Los congéneres hexabromados constituyen 42 formas isómeras posibles, que aparecen registradas con números CAS y IUPAC en US ATSDR (2004) y en el anexo B del documento UNEP/POPS/POPRC.2/9.

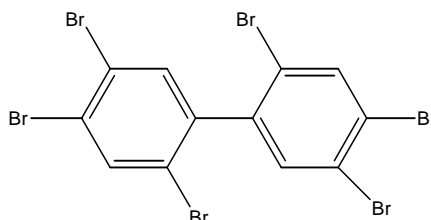
Nombre químico CAS:	Hexabromo-1,1'-bifenilo
Sinónimos:	Hexabromobifenilo; Bifenilo, hexabromo; 1,1'- bifenilo, hexabromo -; HBB
Nombres comerciales:	FireMaster(R) BP-6; FireMaster(R) FF-1

Los PBB de grado técnico (FireMaster<sup>(R)</sup>) contienen varios compuestos, isómeros y congéneres de PBB, siendo el HBB uno de los componentes principales. La composición del FireMaster<sup>(R)</sup> BP-6 cambia de una partida a otra, pero sus principales constituyentes son 2,2',4,4',5,5'-hexabromobifenilo (60-80%), y 2,2',3,4,4',5,5'- heptabromobifenilo (12-25%) junto con compuestos bromados de más baja composición de bromo. También se han observado, como componentes menores del FireMaster<sup>(R)</sup>, mezclas de bromoclorobifenilos y naftalenos polibromados (Criterios de salud ambiental - EHC 152 (Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos - PIPPO, 1994)). El FireMaster FF-1 (polvo blanco) es FireMaster BP-6 (copos marrones) al que se le ha añadido un 2% de silicato de calcio como agente antiapelmazante (EHC 152 (IPCS, 1994)). En US ATSDR (2004) se ofrecen más datos sobre la composición de congéneres PBB identificados en el FireMaster<sup>(R)</sup> BP-6 y el FireMaster<sup>(R)</sup> FF-1.

Número de registro CAS:	36355-01-8 <sup>3</sup> (Número CAS común a los isómeros de HBB)
	59536-65-1 Firemaster <sup>(R)</sup> BP-6 (EHC 192 (IPCS, 1997))
	67774-32-7 Firemaster <sup>(R)</sup> FF-1 (EHC 192 (IPCS, 1997))

La estructura del 2,2',4,4',5,5' hexabromobifenilo (CAS No. 59080-40-9, congénere PBB No. 153) se ilustra en la Figura 0-1 (fuente de la fórmula estructural: EHC 192 (IPCS, 1997)).

**Figura 0-1: Fórmula estructural del 2,2',4,4',5,5' hexabromobifenilo**



#### 1.1.2. Producción y usos

A continuación se presenta un resumen de los datos sobre la producción y los usos del HBB que figuran en el perfil de riesgos. La producción comercial de PBB dio comienzo en 1970. Entre 1970 y 1976 se produjeron en los Estados Unidos 6 millones de kg de PBB, aproximadamente. El HBB representaba unos 5,4 millones de kg (en torno al 88%) de ese total. Los Estados Unidos dejaron de producir HBB en 1975. La reanudación de la producción de PBB requeriría

<sup>3</sup> El número de registro CAS 36355-01-8 aparece como un número CAS genérico de los PBB en el Reglamento sobre exportaciones e importaciones de la UE de 1988 y en el Convenio de Rotterdam del PNUMA.

una notificación al EPA de 90 días de antelación, durante los cuales el EPA evaluaría el uso previsto y las actividades relacionadas y podría reglamentar la sustancia para prohibir o restringir las actividades si procediera.

Con arreglo a los datos disponibles, la producción y el uso del HBB han cesado en la mayoría, si no en la totalidad, de los países. No obstante, es posible que el HBB se esté produciendo todavía en algunos países en desarrollo o en países con economías en transición.

En los Estados Unidos y el Canadá, el HBB se utilizó como pirorretardante en tres productos comerciales principales: termoplásticos a base de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) para la fabricación de cubiertas de maquinaria de oficina, y en productos industriales (por ejemplo, cubiertas de motor) y eléctricos (por ejemplo, piezas de aparatos de radio y TV), como pirorretardante en recubrimientos y lacas, así como en espumas de poliuretano para tapicerías de automóvil.

En los Estados Unidos se produjeron aproximadamente 5 millones de toneladas de HBB de 1970 a 1976. De las 2.200 toneladas de HBB que, según se estima, se produjeron en 1974, unas 900 toneladas se utilizaron en productos plásticos ABS, y una cantidad aun mayor en revestimientos para cables. La cantidad exacta usada en espumas de poliuretano para tapicerías de automóvil no se ha publicado. Los dos mayores consumidores dejaron de usar HBB (uno de ellos, en 1972) porque los PBB no se descomponen en el proceso final de incineración de automóviles desguazados.

## 1.2. Conclusiones del Comité de Examen sobre la información de los anexos D y E

En su segunda reunión, celebrada en Ginebra del 6 al 10 de noviembre de 2006, el Comité elaboró un perfil de riesgos con arreglo al anexo E. Sobre la base del perfil de riesgos, llegó a la conclusión (Decisión POPRC-2/3) de que, en virtud del apartado a) del párrafo 7 del artículo 8 del Convenio, era probable que el HBB, como resultado de su transporte ambiental de largo alcance, tuviera efectos adversos importantes para la salud humana y el medio ambiente, de modo que se justificaba la adopción de medidas a nivel mundial. No obstante, el Comité pidió al grupo de trabajo especial que preparó el perfil de riesgos para el HBB que elaborasen en mayor medida el perfil de riesgos proporcionando estimaciones de riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados de la exposición al HBB. En esas estimaciones se debería incluir el riesgo potencial asociado a la presencia de HBB en artículos y desechos. El Comité decidió además, de conformidad con el apartado a) del párrafo 7 del artículo 8 del Convenio y del párrafo 29 de la decisión SC-1/7 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo, establecer un grupo de trabajo especial para que preparara una evaluación de la gestión de riesgos que incluyera un análisis de las posibles medidas de control del HBB de conformidad con el anexo F del Convenio e invitó, de conformidad con el apartado a) del párrafo 7 del artículo 8 del Convenio, a las Partes y observadores a que presentaran a la secretaría la información sobre el HBB especificada en el anexo F así como otro tipo de información para que se pudiera mejorar la evaluación de riesgos y el perfil de riesgos del HBB.

## 1.3. Fuentes de los datos

La evaluación de la gestión de riesgos se basa principalmente en información que han proporcionado las Partes en el Convenio y los observadores. Los países que figuran a continuación (Cuadro 1-1) han presentado respuestas respecto de la información especificada en el anexo F del Convenio de Estocolmo (gestión de riesgos):

**Cuadro 0-1: Cuestionarios del anexo F presentados a abril de 2007**

Parte	Institución	Fecha de presentación
<b>Canadá</b>	Environment Canada	<b>08.02.2007</b>
<b>República Checa</b>	Ministerio de Medio Ambiente	<b>06.02.2007</b>
<b>Alemania</b>	Organismo Federal para el Medio Ambiente	<b>07.02.2007</b>
<b>Mauricio</b>	Gobierno	<b>29.01.2007</b>
<b>Mónaco</b>	Gobierno, Departamento de Medio Ambiente	<b>No disponible</b>
<b>Tailandia</b>	Ministerio de Salud Pública, Grupo de Control de las Sustancias Peligrosas	<b>16.02.2005</b>
<b>Zambia</b>	Consejo para el Medio Ambiente del Gobierno de Zambia	<b>31.01.2007</b>
<b>Suiza</b>	Oficina Federal para el Medio Ambiente	<b>06.02.2007</b>
<b>Observadores de países</b>	Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos	<b>09.02.2007</b>
<b>Observadores de ONG</b>	IPEN	<b>08.02.2007</b>

Además de las respuestas al cuestionario, las siguientes han sido importantes fuentes de información:

- (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999) Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, Brominated flame retardants: Substance flow analysis and assessment of alternatives, junio de 1999. Disponible en [http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?pg=http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/kap08\\_eng.htm](http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?pg=http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/kap08_eng.htm)
- (USEPA, 2005), Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives for Low-Density Polyurethane Foam. Disponible en <http://www.epa.gov/dfe/pubs/flameret/ffr-alt.htm>
- (OSPAR, 2001): OSPAR Priority Substances Series; Certain Brominated Flame Retardants – Polybrominated Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromo-Cyclododecane, Comisión OSPAR 2001 (actualización 2004)
- (BMU, 2000): Leisewitz A, Kruse H, Schramm E, Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania, Nature Conservation, and Nuclear Safety, Substituting Environmentally relevant flame retardants: Assessment Fundamentals, Informe de investigación 204 08 642 o 207 44 542, 2000

No se dispuso de informes específicos nacionales e internacionales sobre la gestión de riesgos del HBB.

No obstante, hay una serie de informes tales como los del Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente (1999), OSPAR (2001), BMU (2000), UBA (2003a, 2003b), USEPA (2005), que tratan la cuestión del control y la sustitución de los retardantes de llama bromados a nivel internacional o nacional.

Los aspectos generales de la gestión de PBB sin mayor especificación se incluyen en el Proyecto de “Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o estén contaminados con ellos”, versión del 7 de abril de 2006, disponible en <http://www.basel.int/techmatters/index.html>.

#### 1.4. Situación de los productos químicos con arreglo a los convenios y las convenciones internacionales

El HBB figura en la lista del anexo A del Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP). Las disposiciones del Protocolo obligan a las Partes a suspender toda producción y todo uso del HBB.

El HBB, junto con otros PBB, está incluido también en el Convenio de Rotterdam sobre el consentimiento fundamentado previo (CFP) aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional.

En el Convenio OSPAR sobre la protección del medio marino del Nordeste Atlántico, los retardantes de llama bromados (incluidos los HBB) figuran dentro de la Lista de productos químicos para adoptar medidas prioritarias (marzo de 2002). Suecia ha elaborado un documento de antecedentes que se publicó por primera vez en 2001 y se actualizó en 2004 (OSPAR, 2006). En el documento actualizado se recomienda apoyar varias medidas de la Comunidad Europea sobre los bifenilos polibromados y elaborar una estrategia de vigilancia de la OSPAR para varios bifenilos polibromados y analizar la necesidad de ampliar las medidas de la OSPAR para complementar las medidas que pueda tomar la Comunidad Europea.

En el Convenio de Helsinki sobre la protección del medio marino de la zona del Mar Báltico (HELCOM<sup>4</sup>), el HBB figura como sustancia seleccionada para adoptar medidas prioritarias inmediatamente (Recomendación 19/5, documento adjunto, apéndice 3) y está sujeta a un calendario de eliminación (anexo I, parte 2). La HELCOM aspira a avanzar hacia la meta de eliminar las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas para 2020.

En el Convenio de Basilea, los PBB se clasifican como peligrosos en el anexo VIII sin más especificaciones.

Aunque no se trata de un convenio internacional, el Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional (SAICM) es una medida internacional digna de mención. El SAICM fue elaborado por un comité preparatorio de varios interesados y sectores y apoya la consecución de la meta acordada en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en 2002. El SAICM no se ocupa específicamente del HBB pero incluye los COP como clase de productos químicos a cuya evaluación y estudios conexos debería darse prioridad. Uno de los objetivos del SAICM es garantizar que, para 2020, no se produzcan ni utilicen los productos o usos químicos que

<sup>4</sup> Comisión de Helsinki - Comisión para la protección del medio marino del Báltico [http://www.helcom.fi/environment2/hazsubs/action/en\\_GB/list](http://www.helcom.fi/environment2/hazsubs/action/en_GB/list) órgano rector del Convenio

representan para la salud humana y el medio ambiente un riesgo desmedido o que, por otras razones, no se puede manejar (entre otros, los COP) sobre la base de una evaluación del riesgo basada en procedimientos científicos y teniendo en cuenta los costos, beneficios, disponibilidad y eficacia de productos más seguros que puedan sustituirlos (SAICM, 2006).

### 1.5. Cualquier medida de control adoptada a nivel nacional o regional

En la Unión Europea, el HBB figura en el anexo I del Reglamento (CE) n° 850/2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes, por el que se prohíbe por completo la producción y el uso del producto en los 27 Estados miembros.

La Directiva 2002/96/CE de la CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) exige que se extraigan los retardantes de llama bromados de todos los RAEE recogidos por medios selectivos antes de su tratamiento. La Directiva 2002/95/CE del CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos establece en su artículo 4 que los aparatos eléctricos y electrónicos no pueden contener bifenilos polibromados a partir de julio de 2006<sup>5</sup>.

El problema de los desechos que contienen HBB se trata, a nivel de toda la Comunidad Europea, en el Reglamento 850/2004/CE. En su forma enmendada según el reglamento 1195/2006/CE, el Reglamento 850/2004/CE exige que se destruyan los COP tales como los HBB que contienen los residuos si se superan los límites de concentración de 50 mg/kg.

El uso de PBB en textiles está prohibido en la Unión Europea desde hace ya varios decenios, en virtud de la Directiva 1976/769/EEC.

A nivel nacional, el Canadá, los Estados Unidos y Australia han notificado la adopción de medidas de control jurídico. En el Canadá, los bifenilos polibromados que tienen la fórmula molecular C<sub>12</sub>H<sub>(10-n)</sub>Br, en la que “n” es mayor que 2, figuran en el anexo 1 (Lista de sustancias tóxicas) de la Ley canadiense de protección del medio ambiente (CEPA), de 1999, y están sujetos a prohibiciones en cuanto a su fabricación, uso, venta, oferta para la venta e importación. Además, estas sustancias figuran en la parte 1 del anexo 3 (Lista de control de exportaciones – Sustancias prohibidas) de la CEPA, en la que se prohíbe efectivamente su exportación, salvo a los fines de su destrucción.

En los Estados Unidos, el HBB está sujeto a una Norma sobre nuevos usos significativos de la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA, por sus siglas en inglés), en virtud de la cual se debe notificar al EPA antes de reanudar la fabricación o importación para todos los usos (63 FR 45955, 28 de agosto de 1998; 40 CFR 721.1790).

En Australia, la introducción (es decir, fabricación o importación) o exportación de HBB, octabromobifenilo y decabromobifenilo está prohibida según las Normas (de Evaluación y Notificación) de Productos Químicos de 1990, a menos que el Director del Programa Nacional de Evaluación y Notificación de Productos Químicos (NICNAS, por sus siglas en inglés) haya dado su consentimiento por escrito.

## 2. Determinación de las posibles medidas de control

Las medidas de control que ya se han aplicado ampliamente son la eliminación de la producción, el uso, la exportación y la importación. El Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos hace referencia a la sujeción del HBB a la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA, por sus siglas en inglés) y la Norma sobre nuevos usos significativos, en virtud de la cual se debe notificar al EPA antes de reanudar la fabricación o importación para todos los usos (63 FR 45955, 28 de agosto de 1998; 40 CFR 721.1790). Mauricio hace referencia a la Ley de Control de Sustancias Químicas Peligrosas de 2004, que somete todas las importaciones de sustancias químicas al control de la Junta de Control de Sustancias Químicas Peligrosas.

La exposición al HBB puede tener lugar cuando se usan los productos, durante el reciclado de plásticos que contienen PBB y después de la eliminación en vertederos. En consecuencia, por lo general debieran tenerse en cuenta las liberaciones de los artículos en uso y las de los desechos cuando se examinan las medidas de control (OSPAR, 2001).

En las respuestas al cuestionario del anexo F no se trataron las medidas relacionadas con las existencias y los artículos en uso, el control de las emisiones y la descontaminación.

Dado que el HBB es una sustancia química fabricada intencionalmente, la medida de control más eficaz<sup>6</sup> sería la prohibición de toda la producción y todos los usos de HBB y productos y artículos que contienen HBB. Otra

<sup>5</sup> Para su uso en virtud del apartado 1 del artículo 5, se tolerará una concentración máxima de 0,1% por peso en material homogéneo de PBB.

<sup>6</sup> El menor esfuerzo para alcanzar objetivos específicos (en este caso, eliminación de la producción y utilización actuales y futuras de hexabromobifenilo a fin de evitar la liberación en el medio ambiente y los efectos nocivos importantes sobre la salud humana o el medio ambiente).

posibilidad sería, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 3, aplicar las medidas jurídicas y administrativas (por ejemplo, retiro o denegación de la autorización previa a la producción y comercialización de las sustancias químicas) necesarias para eliminar el HBB, que deberían tener el mismo efecto. En vista de que no se han identificado otros usos del HBB, la inclusión del HBB en el anexo A sin ninguna exención específica podría ser la medida principal de control del Convenio.

En caso de que se incluyera el HBB en el anexo A también se aplicarían las disposiciones del artículo 3, sobre importación y exportación, y del artículo 6, sobre determinación y eliminación racional de las existencias y los desechos.

## 2.1. Alternativas

En el perfil de riesgos del HBB se describen los tres productos comerciales principales que contenían HBB en los Estados Unidos y el Canadá:

1. termoplásticos a base de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) utilizados para la fabricación de cubiertas de maquinaria de oficina y en productos eléctricos tales como aparatos de radio y TV,
2. pirorretardante en revestimientos para cables y lacas, y
3. pirorretardante en espumas de poliuretano para tapicerías de automóvil.

El HBB ha dejado de producirse y utilizarse en los Estados Unidos, el Canadá y probablemente en casi todo el mundo. No obstante, es posible que el HBB se siga produciendo y utilizando en algunos países en desarrollo o en países con economías en transición. Dado que, en su mayoría, la sustancia se ha dejado de producir y utilizar, hay muchas alternativas disponibles y en uso. En vista de que quizá todavía se esté produciendo y utilizando en algunos casos, se presentan un examen y una evaluación de las alternativas que se centrarán en los usos anteriores conocidos hasta donde se tenga información.

Se dispone de varios informes de evaluación de riesgos de sustancias y procesos alternativos. La serie de sustancias prioritarias del OSPAR (OSPAR, 2001) proporciona información resumida sobre las alternativas a los retardantes de llama bromados. El Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente ha descrito retardantes de llama alternativos que no contienen halógenos para diversos usos, incluso las resinas epoxy y fenólicas, espumas de poliuretano rígidas y blandas, textiles y una variedad de plásticos entre los que se incluyen los ABS (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999). Se enumeran materiales alternativos y sustitutos químicos de uso inmediato. El Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos ha descrito alternativas de proceso y sustitutos químicos para las espumas de poliuretano (USEPA, 2005). El Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania ha informado sobre alternativas a los retardantes de llama que se utilizan en electrónica, tapicería y otros sectores (BMU, 2000).

Dado que los retardantes de llama bromados sólo representan alrededor del 15% del consumo mundial de retardantes de llama, básicamente hay una gran cantidad de compuestos que podrán tenerse en cuenta como alternativas (OSPAR, 2001). La sustitución puede realizarse en tres niveles:

1. en algunas aplicaciones, los retardantes de llama bromados pueden sustituirse por otros retardantes de llama sin cambiar el polímero de base; (grupo principal de sustitutos);
2. el material plástico, es decir, el polímero de base que contiene retardantes de llama y otros aditivos, se puede sustituir por otro material plástico; (por ejemplo, polisulfona, poliariletercetona y polietersulfona);
3. el producto puede sustituirse por otro producto; por ejemplo, el material plástico se sustituye por otro material (como la madera) o se utiliza una solución totalmente distinta para que cumpla esa función.

Los sustitutos químicos notificados (véase el punto 1) que se utilizan actualmente en Europa comprenden los siguientes grupos: a) compuestos organofosforados, b) retardantes de llama inorgánicos y c) compuestos que contienen nitrógeno (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999).

- a) El grupo de los compuestos organofosforados incluye las siguientes sustancias principales, divididas como se detalla a continuación:
  - 1) organofosforados halogenados (fosfato de tris-dicloropropilo, fosfato de tris-cloropropilo y fosfato de tricloroetilo);
  - 2) organofosforados no halogenados (fosfato de trifenilo, fosfato de tricresilo, resorcinol bis(difenilfosfato), ácido fosfónico, 2-((hidroximetilo)carbamil)etilo)- dimetilo, componentes de fósforo y nitrógeno para materiales termofraguables).
- b) El grupo de los inorgánicos incluye el trihidróxido de aluminio, el hidróxido de magnesio, el polifosfato de amonio, el fósforo rojo y el borato de cinc.
- c) El grupo de los compuestos nitrogenados incluye la melamina y los derivados de la melamina, por ejemplo, el cianurato de melamina y el polifosfato de melamina.

Además, en USEPA, 2005 se proporciona una evaluación del alcohol tribromoneopentílico, el fosfato de cloroalilo, otros fosfatos de arilo, éster de tetrabromofталato diol y retardantes de llama bromados reactivos como posibles sustitutos del éter de pentabromodifenilo. También se han mencionado como posibles alternativas el tetrabromobisfenol (TBBP) y los polioles de fósforo reactivos.

### 2.1.1. Descripción de alternativas (sustancias)

#### Alternativas para los productos plásticos ABS

Los compuestos orgánicos de fósforo disponibles como sustancias con o sin halógenos pueden servir como alternativas para su uso en productos plásticos ABS.

Entre los compuestos organofosforados halogenados se incluyen el fosfato de tris-cloropropilo (TCPP), el fosfato de tris-cloroetilo y el fosfato de tris-dicloropropilo (TDCPP) (BMU, 2000). El TDCPP se utiliza comúnmente en espumas de poliuretano en los Estados Unidos y otros países (USEPA, 2005). No obstante, el TDCPP, el TCPP y el fosfato de tricloroetilo generan cierta preocupación por su carcinogenicidad, toxicidad reproductiva, toxicidad en el desarrollo, toxicidad sistémica, genotoxicidad, ecotoxicidad aguda y crónica y persistencia (OMS, 1998), (USEPA, 2005).

El tetrabromobisfenol A (TBBPA o TBBP-A) se considera muy tóxico para los organismos acuáticos, además de muy persistente. Este retardante de llama se utiliza principalmente en tableros de circuito impreso. Dado que el TBBPA está ligado químicamente a la resina del tablero de circuito impreso, no hay exposición directa al medio acuático y, por lo tanto, el riesgo para los organismos acuáticos es mínimo. Sin embargo, a los fines de la eliminación y recuperación, los tableros de circuitos se clasificarían como peligrosos en el marco del Convenio de Basilea si contienen bifenilos polibromados en cantidades tales que presenten las características que figuran en el anexo III (anexo VIII, A 1180). Por lo tanto, en el artículo 36 del Reglamento (CE) n° 1013/2006 relativo a los traslados de residuos se prohibiría la exportación de dichos residuos. El TBBPA y otros retardantes de llama se liberan durante el reciclado de residuos de equipos eléctricos y electrónicos<sup>7</sup>.

Entre los compuestos orgánicos de fósforo no halogenados que pueden utilizarse como retardantes de llama alternativos para el poliestireno alto impacto (HIPS) y el plástico policarbonado (PC) se incluyen sustancias de uso común tales como el fosfato de trifenilo (TPP), el fosfato de tricresilo (TCP), el resorcinol bis(difenilfosfato) (RDP) y el ácido fosfónico (2-((hidroximetilo)carbamil)etilo)- dimetilo (Pyrovatex®) (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999).

En USEPA, 2005 se informa de que el TPP presenta un riesgo general moderado, mientras que en Alemania se considera peligroso para el medio ambiente dada su toxicidad para los organismos acuáticos (BMU, 2000). Aparentemente, la toxicidad del TCP difiere según el isómero. El IPCS recomienda el uso de isómeros m- y p-purificados para prevenir la formación del isómero o, que es altamente tóxico (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999). El RDP suele utilizarse en combinación con el TPP.

El Pyrovatex® no presenta una caracterización muy favorable, aunque en el informe del Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente se señala que es un inhibidor débil de la acetilcolina esterasa y del sistema enzimático microsómico y que las altas concentraciones provocan aberraciones cromosómicas y mutaciones inversas. En el informe del Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania se señala que el Pyrovatex divide con facilidad el formaldehído y suele utilizarse junto con la carbamida de etileno para capturar las emisiones de formaldehído (BMU, 2000).

Tanto en el informe del organismo danés como en el del organismo alemán se formulan observaciones acerca de la insuficiencia de los datos sobre la toxicidad humana y ambiental del RDP. Dada la falta de datos sobre la toxicidad y la posible transmisión a los seres humanos como consecuencia del uso de productos de consumo, en los informes se llega a la conclusión de que los datos no bastan para formular una recomendación.

#### Alternativas para los revestimientos para cables y las lacas

Los cables de caucho que no contienen halógenos pueden contener trihidróxido de aluminio y borato de cinc como retardantes de llama alternativos e incorporar también el polímero de acetato de vinilo-etileno.

El trihidróxido de aluminio es el retardante de llama más utilizado (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999). A causa de una reacción endotérmica que se produce durante la descomposición y de otras propiedades, es muy efectivo y también elimina el humo. Como desventaja funcional se cuentan las grandes cantidades que hacen falta (hasta el 50%) y que pueden afectar las propiedades del material. Sería extremadamente poco probable

<sup>7</sup> Morf, L. S., Tremp, J., Gloor, R., Huber, Y., Stengele, M., Zennegg, M. Brominated flame retardants in waste electrical and electronic equipment: substance flows in a recycling plant. *Environ Sci Technol* 39:8691-8699, 2005.

que su uso en productos de consumo tuviera efectos adversos. No se puede detectar la acumulación de la sustancia en las cadenas alimentarias (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999). Asimismo, en el informe del organismo alemán sobre las alternativas se califica de “poco problemático” el uso del trihidróxido de aluminio como retardante de llama.

El hidróxido de magnesio tiene efectos comparables; no obstante, todavía resta evaluar los efectos ambientales (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999).

El borato de cinc suele combinarse con el trihidróxido de aluminio y utilizarse como sustituto del trióxido de antimonio. En el informe del ministerio alemán se describe la teratogenicidad del boro, así como su capacidad de irritar los ojos, los órganos respiratorios y la piel cuando se usa en niveles elevados. Se supone que su uso como retardante de llama no redundará en concentraciones adicionales significativas para los seres humanos. No obstante, se llega a la conclusión de que sería importante estimar la capacidad del boro de liberarse en forma de polvo antes de darle un uso generalizado en productos de consumo hogareño.

### **Alternativas para las espumas de poliuretano**

El polifosfato de amonio (APP) es un aditivo retardante de llama que se utiliza actualmente en espumas de poliuretano flexibles y rígidas, así como en laminaciones intumescentes, resinas de moldeo, material de sellado y colas. Las formulaciones de APP representan aproximadamente del 4% al 10% de las espumas flexibles y del 20% al 45% de las espumas rígidas (USEPA, 2005). El APP se usa comúnmente en combinación con el hidróxido de aluminio y la melamina. Se metaboliza en amoníaco y fosfato y no se cree que provoque toxicidad aguda en los seres humanos (BMU, 2000). No obstante, no se han hecho análisis de la toxicidad de larga duración, la teratogenicidad, la mutagenicidad ni la carcinogenicidad. El APP se descompone rápidamente y no se acumula en la cadena alimentaria. Puede provocar irritación de la piel a causa de la formación de ácidos fosfóricos.

El fósforo rojo que se utiliza principalmente en poliamidas se prende fuego con facilidad y presenta características toxicológicas adversas. No se dispone de datos sobre la ecotoxicidad, carcinogenicidad, mutagenicidad, toxicidad de larga duración ni toxicocinética del fósforo rojo, ni sobre las concentraciones de fósforo rojo en espacios cerrados y al aire libre (del fango cloacal) a causa de la incorporación de la sustancia en los productos. El fósforo rojo puede irritar la membrana mucosa y los ojos a causa de la formación de ácido fosfórico. Se cree que es poco probable que se acumule en los ecosistemas (BMU, 2000). Un grupo de investigadores del gobierno estadounidense ha señalado que se observaron altos niveles de fosfina tóxica durante el almacenamiento de fósforo rojo por períodos prolongados (Anthony et al., 2006). La información provista por el Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente (1999) confirma esas observaciones y el hecho de que “los productores de menor escala de productos plásticos no utilizan fósforo rojo”.

La melamina y sus derivados (cianurato, polifosfato) se utilizan actualmente en espumas de poliuretano flexibles, revestimientos intumescentes, poliamidas y poliuretanos termoplásticos (Sustancias químicas especiales, 2004). En Europa se utilizan, de hecho, en espumas de poliuretano flexibles de alta densidad, pero requieren entre un 30% y un 40% de melamina por peso del polioliol. La melamina y sus derivados muestran varios efectos tóxicos en los animales (USEPA, 1985; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999). Cuando se quema, el cianurato de melamina emite gases tóxicos tales como el ácido cianhídrico y el isocianato (BMU, 2000).

No obstante, en el informe del Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente se señala que, en vista de los resultados del proyecto sueco de retardantes de llama (Berglind, 1995) y un estudio de Stevens et al. (1999), no se dispone de datos sobre las emisiones en productos y que, al parecer, la melamina presenta una toxicidad aguda y crónica baja. Se llega a la conclusión de que “...no se prevé que el nivel de exposición al uso de la melamina como retardante de llama tenga efectos adversos” (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999). Por el contrario, en el informe del ministerio alemán se describe la falta de información sobre la melamina, su presencia en muestras ambientales y una toxicidad moderada en los órganos a causa de la sustancia, y se llega a la conclusión de que la melamina es “una sustancia problemática” (BMU, 2000).

En el informe del organismo danés no se identificó ningún polioliol reactivo de fósforo en concreto como posible alternativa para la espuma de poliuretano blanda, aunque se han utilizado ésteres poliglicéridos de ácido metilfosfónico (CAS 676-97-1) para retardantes de llama en espumas de poliuretano (por ejemplo, CAS 294675-51-7) (OPAQ, 2006). Un grupo de investigadores del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, Estados Unidos, describe el ácido metilfosfónico como uno de los productos de degradación de las armas químicas con una “persistencia significativa” (Munro et al., 1999). La información sobre otros tipos de toxicidad es mínima, pero la sustancia reacciona violentamente con el agua (USEPA, 1985). La familia del ácido fosfónico también incluye el ácido aminometil fosfónico (AMPA), un producto de degradación del herbicida glifosato (conocido también como ácido [carboximetilamino]metil fosfónico) (respuestas del anexo F, 2007, IPEN).

En el informe de Diseño para el medio ambiente del Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos sobre retardantes de llama alternativos (USEPA, 2005) se estudiaron las propiedades toxicológicas de 15

sustitutos químicos del pentaBDE en espumas de baja densidad. Doce de las sustancias generan un nivel de preocupación de moderado a alto por su persistencia o podrían dar origen a productos de degradación persistentes. Otras seis sustancias generan un nivel de preocupación moderado por su capacidad de bioacumularse. Todas las sustancias (incluidos el fosfato de trifenilo, el alcohol tribromoneopentílico y los fosfatos de arilo patentados) causaron un nivel de preocupación moderado respecto de la salud humana y presentaron un riesgo de bajo a alto para el medio acuático.

### 2.1.2. Descripción de alternativas (tecnologías)

En el informe de Diseño para el medio ambiente del Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos se analizan someramente tres tecnologías alternativas disponibles en la actualidad (tecnologías de contención, espumas impregnadas de grafito y tratamientos de superficie) (USEPA, 2005). Las tecnologías de contención tienen la mayor aplicabilidad comercial inmediata y constan de capas de materiales que ofrecen resistencia al fuego. Entre ellos se incluyen los materiales de algodón tratados con ácido bórico que se utilizan en colchones; las combinaciones de fibras naturales y sintéticas utilizadas en muebles y colchones (VISIL, basofil, polibenzimidazole, KEVLAR, NOMEX y fibras de vidrio); y los materiales sintéticos de alto rendimiento utilizados en uniformes de bomberos y trajes espaciales. En lo que respecta a las tecnologías de contención que utilizan algodón y ácido bórico, se deberían tener en cuenta los posibles efectos negativos del boro (véase *supra*; BMU, 2000) y sería importante estimar la capacidad del boro de liberarse en forma de polvo antes de darle un uso generalizado en productos de consumo hogareño. En Lowell (2005) y en Posner (2004) se puede encontrar más información sobre las telas de contención o incluso sobre la eliminación del uso de materiales de relleno (USEPA, 2005). Las espumas impregnadas de grafito y los tratamientos de superficie tienen pocos usos comerciales. Las espumas impregnadas de grafito pueden considerarse “espumas inherentemente resistentes a la llama” que se extinguen por sí solas y presentan una gran resistencia a la combustión. Constituyen una tecnología relativamente nueva y se usan sobre todo en los mercados especializados, por ejemplo, el de asientos de aeronaves en general. Los tratamientos de superficie también se emplean en algunas aplicaciones y mercados especializados, y pueden ser adecuados para la fabricación de algunas telas y muebles. No obstante, los tratamientos de superficie quizá no sean un reemplazo viable en todas las industrias para su uso en espumas de baja densidad (USEPA, 2005).

### 2.1.3. Viabilidad técnica

Todas las alternativas que se describen anteriormente son técnicamente viables y se han utilizado en aplicaciones comerciales (respuestas del anexo F, 2007, IPEN). Ninguna otra Parte ha formulado observaciones específicas sobre este tema.

### 2.1.4. Costos, incluidos los costos ambientales y para la salud

En general, las alternativas no son más costosas que los retardantes de llama bromados, pero comúnmente requieren una mayor carga. Tal es el caso, en particular, de los compuestos inorgánicos como el trihidróxido de aluminio y el hidróxido de magnesio. Debido al bajo costo del trihidróxido de aluminio, los materiales alternativos quizá no sean más costosos que los materiales que contienen retardantes de llama bromados, pero los materiales que contienen magnesio suelen ser considerablemente más costosos (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999).

En lo que respecta a las tecnologías alternativas, el algodón tratado con ácido bórico se describe como “...el más económico de los materiales de contención retardantes de llama que se encuentran en el mercado” (USEPA, 2005). Sin embargo, las espumas impregnadas de grafito pueden comercializarse a un precio competitivo si se reduce el gasto asociado a las telas ignífugas.

Sin embargo, según la IPEN, hay puntos importantes que se deben considerar cuando se evalúan los costos de las alternativas para todos los productos, como se especifica en Ackermann et al., (2006):

- Las alternativas que tienen un mayor costo de compra inicial tal vez resulten más económicas a lo largo de la vida del producto cuando se tienen en cuenta su durabilidad y otros factores.
- La producción en masa de las alternativas puede llegar a reducir en forma significativa sus costos.
- Los costos de las iniciativas destinadas a proteger la salud y el medio ambiente suelen calcularse en forma excesiva por adelantado, y luego reducirse rápidamente después de aplicada la reglamentación.

### 2.1.5. Eficacia

Según la IPEN, ninguna de las alternativas que se solían aplicar para los usos conocidos que se daba al HBB está prohibida por ley federal ni estadual para los usos descritos anteriormente y, en este sentido, cumplen todos los requisitos reglamentarios federales y estatales de los Estados Unidos. No obstante, los fabricantes de productos

químicos y los grupos comerciales que fabrican espumas no consideran que el APP sea una alternativa a los retardantes de llama bromados a gran escala. Ello se debe a que el APP comúnmente se incorpora como sólido, tiene efectos adversos sobre las propiedades y el procesamiento de la espuma y no se considera tan efectivo como retardante de llama en comparación con otras alternativas (USEPA, 2002, citado en USEPA, 2005).

La melamina y el TDCPP, dos de los productos químicos retardantes de llama que se utilizan más comúnmente en espumas de poliuretano flexibles de alta densidad, producen el achicharramiento de la espuma (efecto estético, a menos que sea grave) o un efecto negativo sobre las propiedades físicas de la espuma si se utilizan en las espumas flexibles de baja densidad. Además, muchas formulaciones de esos productos químicos están disponibles sólo como sólidos, lo que los hace menos recomendables como sustitutos de uso inmediato para algunos retardantes de llama bromados (USEPA, 2005). (Para una evaluación de riesgos del uso alternativo, véase la sección 2.1.1).

#### **2.1.6. Disponibilidad**

Las alternativas que se describen en este documento están disponibles dado que a muchas ya se les da un uso comercial (respuestas del anexo F, 2007, IPEN). No obstante, el hecho de que a muchas alternativas ya se les dé un uso comercial no significa necesariamente que estén disponibles en todo el mundo.

#### **2.1.7. Posibilidad de acceso**

Las alternativas que se describen en este documento son accesibles dado que a muchas ya se les da un uso comercial (respuestas del anexo F, 2007, IPEN). No obstante, el hecho de que a muchas alternativas ya se les dé un uso comercial no significa necesariamente que estén disponibles en todo el mundo.

### **2.2. Eficacia y eficiencia de las posibles medidas de control para lograr los fines de reducción de riesgos**

#### **2.2.1. Viabilidad técnica**

La eliminación esencial de la producción y el uso mundial de HBB señala que ya se han aplicado alternativas técnicamente viables (respuestas del anexo F, 2007, IPEN).

#### **2.2.2. Costos, incluidos los costos ambientales y para la salud**

Según la IPEN, la eliminación considerable del HBB que ya ha tenido lugar señala que los costos de las alternativas no han sido óbice para su sustitución.

Ninguna otra Parte ha formulado observaciones específicas sobre este tema. No obstante, como el HBB se eliminó hace mucho tiempo, no se prevén costos significativos derivados de la prohibición mundial del producto. Las disposiciones específicas relativas a la identificación, recolección, desarmado y eliminación de los equipos restantes podrían originar gastos adicionales.

### **2.3. Resumen de la información sobre las repercusiones de la aplicación de posibles medidas de control en la sociedad**

#### **2.3.1. Salud, incluida la salud pública, ambiental y en el lugar de trabajo**

Según el Organismo Federal para el Medio Ambiente de Alemania, se prevé que la restricción/prohibición del HBB en el marco del Convenio de Estocolmo tenga escasa repercusión en la región europea, dado que ciertos usos del HBB ya están restringidos dentro de la UE y en el último tiempo se ha definido un nivel crítico para el agua. No obstante, a nivel mundial, cabe esperar un efecto positivo sobre la salud humana y el medio ambiente si se prohíbe el HBB (respuestas del anexo F, 2007, Alemania). Asimismo, la República Checa no prevé que las posibles medidas de control tengan gran repercusión (respuestas del anexo F, 2007, República Checa). Según la IPEN, la eliminación de la producción, uso, exportación e importación del HBB a través de la inclusión en el anexo A del Convenio de Estocolmo tendría repercusiones positivas sobre la salud humana y el medio ambiente porque evitaría el uso de una sustancia tóxica persistente. No se ha notificado ninguna repercusión negativa detectable para la sociedad derivada de la prohibición o la eliminación del HBB, ya que, aparentemente, actualmente no se lo utiliza. La inclusión en el anexo A impediría la producción e integración futuras en otros productos.

#### **2.3.2. Agricultura, incluidas la acuicultura y la silvicultura**

Es poco probable que el HBB tenga repercusiones económicas en la agricultura ya que no se ha utilizado en ese sector. Las repercusiones ambientales positivas que se manifiestan en una reducción de la contaminación también podrían repercutir positiva e indirectamente en la agricultura.

### 2.3.3 Biota (diversidad biológica)

En vista de que en el Protocolo relativo a los COP y el Convenio de Estocolmo constan las propiedades persistentes, bioacumulativas y tóxicas del HBB, el Organismo Federal para el Medio Ambiente de Alemania considera que pueden preverse repercusiones positivas sobre la biota derivadas de la prohibición o restricción de la sustancia.

### 2.3.4 Aspectos económicos

Según la IPEN, hay empresas que ya han puesto en práctica alternativas económicas que no exhiben las características de los COP para todos los usos del HBB.

### 2.3.5 Transición hacia el desarrollo sostenible

En vista de que las propiedades persistentes, bioacumulativas y tóxicas del HBB, así como su potencial de transporte transfronterizo de larga distancia quedaron plasmadas en el Protocolo relativo a los COP y de que el Comité de Examen de los contaminantes orgánicos persistentes del Convenio de Estocolmo llegó a la conclusión de que el HBB satisfacía los criterios de selección enumerados en el anexo D, el Organismo Federal para el Medio Ambiente de Alemania considera que pueden preverse repercusiones positivas sobre el desarrollo sostenible a nivel mundial derivadas de la prohibición o restricción de la sustancia (respuestas del anexo F, 2007, Alemania). Según la IPEN, la reducción y eliminación del HBB son compatibles con los planes de desarrollo sostenible cuyo objetivo es reducir las emisiones de productos químicos tóxicos. Como ejemplo a nivel mundial se puede citar el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM) surgido de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible<sup>8</sup>. El Plan de Acción Mundial del SAICM incluye medidas específicas para ayudar a la reducción de los riesgos, como, por ejemplo, darle prioridad a alternativas no peligrosas y eficaces para las sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas.

### 2.3.6 Costos sociales

Dado que el HBB ya se ha reemplazado con otras sustancias o tecnologías, las repercusiones sobre los costos para los consumidores derivadas de la inclusión en el anexo A deberían ser insignificantes, según la IPEN.

### 2.3.7 Otras consecuencias (Consecuencias de los desechos y la eliminación: existencias, emplazamientos contaminados)

Dado que el HBB ya se eliminado en su mayoría, las repercusiones sobre los desechos y la eliminación municipales deberían ser mínimas, según la IPEN.

No obstante, el perfil de riesgos describe usos individuales anteriores del HBB, incluidos los productos plásticos ABS utilizados en cubiertas de maquinaria de oficina y en productos eléctricos tales como aparatos de radio y TV, revestimientos para cables y espumas de poliuretano. Además, preocupa la exportación de desechos electrónicos a los países en desarrollo que provoca fugas de HBB durante las operaciones de reciclado. Por último, la quema o incineración de desechos que contienen HBB podría llevar a la formación y liberación de dibenzoparadioxinas y dibenzofuranos bromados.

La inclusión del HBB en el anexo A haría que se aplicasen a los desechos, productos o artículos que contengan la sustancia las disposiciones del artículo 6 del Convenio de Estocolmo y exigiría que se eliminasen de forma ambientalmente racional.

Según el Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, en ese país se utilizaron aproximadamente 11,8 millones de libras (5,4 millones de kg) de HBB en productos comerciales y de consumo, con una vida útil estimada de entre 5 y 10 años. Se supone que la mayor parte de estos productos, como las cubiertas para los televisores y los equipos de oficina se habrán eliminado en vertederos o por incineración (US ATSDR, 2004). El único productor de los Estados Unidos eliminó sus existencias remanentes en abril de 1975 (Monografías del IARC, 1972 a la fecha, V. 18, p. 110, citado en la entrada de TOXNET, <http://toxnet.nlm.nih.gov>).

No se dispone de datos sobre existencias y productos obsoletos en Zambia.

En ese contexto, se puede suponer que prácticamente no hay ningún producto en servicio que contengan HBB porque ya casi se han eliminado por completo. Por consiguiente, no se prevén otras repercusiones, por ejemplo, respecto de las existencias, los desechos y la eliminación o emplazamientos contaminados.

8

<http://www.chem.unep.ch/saicm/>

## 2.4. Otras consideraciones

### 2.4.1. Acceso a la información y formación del público

Dado que el HBB está prohibido dentro de la UE y como se ha definido un nivel crítico para el agua, en Alemania no hay una gran necesidad de contar con programas de formación del público sobre los efectos del HBB. No obstante, cualquiera puede obtener información de los sitios Web del Convenio de Estocolmo y el Protocolo de Aarhus (sobre el control de los COP) del Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP), así como de los sitios Web y los centros de asistencia de las autoridades nacionales que se ocupan de los productos químicos (respuestas del anexo F, 2007, Alemania). En la República Checa, la cuestión del hexabromobifenilo forma parte de la formación y campaña de concienciación del CLRTAP de SC/CEPE en el marco del plan nacional de aplicación. En Zambia hay poco acceso a la información ambiental, aunque ha aumentado recientemente (Consejo Ambiental de Zambia, 2001, Estado del medio ambiente, Lusaka, Zambia).

### 2.4.2. Estado de la capacidad de control y vigilancia

Según la IPEN, con la inclusión del HBB en el anexo A se deberían aplicar medidas de control cuya comunicación será sencilla y, por lo tanto, esas medidas deberían poder ser eficaces y adecuadas, incluso en los países que no cuentan con una infraestructura desarrollada para la reglamentación de los productos químicos. Respecto de las medidas de control de los residuos, en la práctica resulta difícil identificar los artículos y residuos que contienen HBB pero, suponiendo que ya se ha eliminado la mayoría de los productos que contienen HBB, cabe esperar que no se necesite más capacidad de control y vigilancia.

## 3. Síntesis de la información

Según el perfil de riesgos del HBB, la producción comercial conocida (alrededor de 5.400 toneladas) ha provenido principalmente de los Estados Unidos, entre 1970 y 1975, cuyo único productor era Michigan Chemical Corporation, St. Louis. No se dispone de información acerca de la producción potencial de HBB en Rusia, los países en desarrollo o los países con economías en transición. Según el Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente (1999), es posible que se siga produciendo PBB en Asia.

El HBB se ha usado principalmente en productos plásticos ABS y revestimientos para cables. Teniendo en cuenta un ciclo de vida previsto de 5 a 10 años para los productos eléctricos y electrónicos, se calcula que ya se han eliminado todos los productos (US ATSDR, 2004).

El HBB ya figura en la lista del anexo I del Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (Protocolo de Aarhus) del Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP), en el que se exige que se eliminen toda la producción y todos los usos. El HBB, junto con otros PBB, está incluido también en el Convenio de Rotterdam sobre el consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. El Convenio OSPAR incluye al HBB entre los productos químicos para adoptar medidas prioritarias desde 1998.

En la Unión Europea, el HBB figura en el anexo I del Reglamento (CE) n° 850/2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes, por el cual se prohíbe por completo su producción y uso. Asimismo, la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) exige que se extraigan los retardantes de llama bromados de todos los RAEE recogidos por medios selectivos antes de su tratamiento. La Directiva 2002/95/CE del CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos establece en su artículo 4 que los aparatos eléctricos y electrónicos no pueden contener bifenilos polibromados a partir de julio de 2006<sup>9</sup>.

El problema de los desechos que contienen HBB se trata, a nivel de toda la Comunidad Europea, en el Reglamento 850/2004/CE. En su forma enmendada según el reglamento 1195/2006/CE, el Reglamento 850/2004/CE exige que se destruyan los HBB que contienen los residuos si se superan los límites de concentración de 50 mg/kg.

A nivel nacional, Alemania, el Canadá, los Estados Unidos y Australia han notificado que las medidas de control están reglamentadas.

Respecto de los sustitutos de los productos químicos y las alternativas técnicas, los datos notificados (aunque no se relacionan específicamente con el HBB, sino con las alternativas generales a los retardantes de llama bromados) muestran que existen alternativas menos peligrosas, por ejemplo, trihidróxido de aluminio. No obstante, no se puede

<sup>9</sup> Para su uso en virtud del apartado 1 del artículo 5, se tolerará una concentración máxima de 0,1% por peso en material homogéneo de PBB.

hacer caso omiso de que entre las alternativas puede haber alguna tan o más peligrosa en comparación con el grupo de retardantes de llama bromados (por ejemplo, el fósforo halogenado y los compuestos de fósforo parcialmente no halogenados). La orientación sobre los criterios para la elección de alternativas al HBB debería ser parte de la estrategia de gestión de riesgos para la eliminación del HBB. Esto ayudaría a desalentar la sustitución del HBB con otras sustancias nocivas. Entre los criterios se deberían incluir una vía sintética no peligrosa, toxicidad mínima humana y ambiental, liberación mínima cuando se usa el producto, formación mínima de sustancias peligrosas durante la incineración o quema y capacidad de reciclarse o degradarse hasta convertirse en una sustancia no peligrosa<sup>10</sup>.

Dado que el HBB dejó de producirse hace algunas décadas, la disponibilidad de alternativas, la eficacia y las consecuencias en materia de costos no constituyen un problema. Sobre la base de la misma información, no se prevé que la inclusión del HBB en el anexo A tenga repercusiones negativas significativas en la sociedad.

El Comité de Examen de los contaminantes orgánicos persistentes ha decidido, en virtud del apartado a) del párrafo 7 del artículo 8 del Convenio, que es probable que el HBB, como resultado de su transporte ambiental de largo alcance, tenga efectos adversos importantes para la salud humana y el medio ambiente, de modo que se justifica la adopción de medidas a nivel mundial.

En el caso de la producción actual en otros lugares del mundo de la cual no se tiene conocimiento, cabría esperar un efecto beneficioso si se siguiera reglamentando la gestión y eliminación de las existencias potenciales restantes (por ejemplo, revestimientos para cables, equipos que superan la vida media) y se impidiera la reintroducción del HBB a escala mundial.

#### **4. Conclusión**

Después de evaluar el perfil de riesgos correspondiente al HBB, y después de haber preparado su evaluación de la gestión de los riesgos, el Comité llega a la conclusión de que, como resultado del transporte a gran distancia en el medio ambiente es probable que este producto químico produzca efectos nocivos importantes sobre la salud humana o el medio ambiente de una magnitud tal que se justifica la adopción de medidas a nivel mundial. Aunque no se sabe de ningún caso en que se siga produciendo o utilizando el hexabromobifenilo, es importante prevenir la reintroducción de esa sustancia.

Por consiguiente, de conformidad con el párrafo 9 del artículo 8 del Convenio, el Comité recomienda a la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo que considere la posibilidad de incluir el HBB en el anexo A y especificar las medidas de control conexas. Dado que no se ha identificado ni la producción ni ningún otro uso del HBB, resultaría posible incluir el HBB en el anexo A sin ninguna exención específica.

---

<sup>10</sup> Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, Brominated flame retardants: Substance flow analysis and assessment of alternatives, junio de 1999.

## Referencias

- (Ackermann et al., 2006): Ackerman F, Massey R. The Economics of Phasing Out PVC, Global Development and Environment Institute, Tufts University, EE.UU., mayo de 2006. Disponible en [http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics\\_of\\_PVC\\_revised.pdf](http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics_of_PVC_revised.pdf)
- (Respuestas del anexo F, 2007): Responses to request for information on Annex F requirements for the proposed POPs substances which have been submitted in 2007 to the Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC) under the Stockholm Convention. Disponible en <http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/prepdocs/annexFsubmissions/submissions.htm>,
- Anthony JS, Davis EA, Haley MV, McCaskey DA, Kristovich RL., 2006. Edgewood Chemical Biological Center, Aberdeen Proving Ground, MD. Chemical Characterization of the Pyrotechnically Disseminated KM03 Red Phosphorus Floating Smoke Pot. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), número 24
- Berglund, R. 1995. Human health hazard assessments of some flame retardants. PM 5/95. Inspección Nacional de Productos Químicos de Suecia, Estocolmo.
- BMU, 2000. Leisewitz A, Kruse H, Schramm E, Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania, Nature Conservation, and Nuclear Safety, Substituting Environmentally relevant flame retardants: Assessment Fundamentals, Informe de investigación 204 08 642 o 207 44 542, 2000
- Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 1999. Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, Brominated flame retardants: Substance flow analysis and assessment of alternatives, junio de 1999. Disponible en [www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default\\_eng.htm](http://www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default_eng.htm)
- Heinzerling et al., 2004. Heinzerling L. y Ackerman. Priceless: Human Health, the Environment and Limits of the Market. The New Press, 288 páginas, 2004
- IARC, 1978. International Agency for Research on Cancer (IARC) - Summaries & Evaluations, Polybrominated Biphenyls, Vol.: 18 (1978) (p. 107)
- PIPPQ, 1994. Environmental Health Criteria 152: Polybrominated biphenyls. PIPPQ Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Organización Internacional del Trabajo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1994. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm>.
- PIPPQ, 1997. Environmental Health Criteria 192: Flame Retardants: A General Introduction. PIPPQ Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Organización Internacional del Trabajo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1997. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc192.htm>.
- Lowell, 2005. Lowell Center for Sustainable Production, Prepared by Pure Strategies, University of Massachusetts Lowell, Lowell MA 01854, Decabromodiphenylether: An investigation of non-halogen substitutes in electronic enclosure and textile applications. Abril de 2005. Disponible en <http://sustainableproduction.org/downloads/DecaBDESubstitutesFinal4-15-05.pdf>
- Matthews et al., 1993. Matthews HB, Eustic SL, Haseman J. National Institute of Environmental Health Science, Research Triangle Park, North Carolina 27709. Toxicity and carcinogenicity of chronic exposure to tris(2-chloroethyl)phosphate. Fundam Appl Toxicol. Mayo de 1993; 20(4): 477-85
- Munro et al., 1999. Munro NB, Talmage SS, Griffin GD, Waters LC, Watson AP, King JF, Hauschild V. Life Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37830, USA. The sources, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation products. Environ. Health Perspect. 107 (12): 933-974. 1999
- Programa Toxicológico Nacional, 1991. Programa Toxicológico Nacional, Tris(2-chloroethyl) phosphate Robert Chapin project officer, Dushyant Gulati and Leta Barnes, Environmental Health Research and Testing. Julio de 1991. Disponible en <http://www.ehponline.org/members/1997/Suppl-1/dfa968.html>
- OPAQ, 2006. OPCW Declarations Branch, Some Scheduled Chemicals, 2006. Disponible en <http://www.opcw.org/docs/publications/some%20scheduled%20chemicals.pdf>
- OSHA, 1999. US Occupational Safety and Health Administration, Chemical Sampling Information, 19 de enero de 1999. Disponible en [http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_274400.html](http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_274400.html)
- OSPAR, 2001. OSPAR Priority Substances Series; Certain Brominated Flame Retardants – Polybrominated Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromo-Cyclododecane, Comisión OSPAR, 2001 (actualización 2004)

- OSPAR, 2006. OSPAR List of Chemicals for Priority Action (actualización 2006), Número de referencia 2004-12, Comisión OSPAR
- Posner, 2004. Survey and Technical Assessment of Alternatives to Decabromodiphenyl Ether (decaBDE) in Textile Applications, Inspección Nacional de Productos Químicos de Suecia KEMI 1/05 junio de 2005. Disponible en [http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/Rapporter/Rapport1\\_05.pdf](http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/Rapporter/Rapport1_05.pdf)
- Rossi M, Tickner J, Geiser K. 2006. Alternatives Assessment Framework, Lowell Center for Sustainable Production, Version 1.0, julio de 2006. Disponible en [http://www.chemicalspolicy.org/downloads/FinalAltsAssess06\\_000.pdf](http://www.chemicalspolicy.org/downloads/FinalAltsAssess06_000.pdf)
- Rossi M, Heine L. 2007. Clean Production Action, Green Blue, The Green Screen for Safer Chemicals –Version 1.0: Evaluating environmentally preferable flame retardants for TV enclosures, 2007. Disponible en <http://www.cleanproduction.org/library/Green%20Screen%20Report.pdf>
- RPA, 2002. Octabromodiphenyl ether: Risk Reduction Strategy and Analysis of Advantages and Drawbacks. Final report. Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs. Risk and Policy Analysts Limited, junio de 2002. Disponible en [http://www.defra.gov.uk/environment/chemicals/pdf/octa\\_bdpe\\_rrs.pdf](http://www.defra.gov.uk/environment/chemicals/pdf/octa_bdpe_rrs.pdf)
- SAICM 2006. Strategic Approach to International Chemicals Management Comprising the Dubai Declaration on International Chemicals Management, the Overarching Policy Strategy and the Global Plan of Action (Elaborado por la secretaría del Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional, 6 de junio de 2006, pendiente de publicación oficial) <http://www.chem.unep.ch/saicm/SAICM%20texts/documents.htm>
- Stevens, G.C. y A.H. Mann. 1999. Risks and benefits in the use of flame retardants in consumer products. Polymer Reserch Centre, Uni. of Surrey for the UK Department of Trade and Industry. University of Surrey, Guildford.
- UBA, 2003a. Guideline for use of environmentally sound substances for producers and industrial users of chemical products with water relevance. Part 5, Guidance for substitution of dangerous substances  
Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, TEIL 5, Hinweise zur Substitution gefährlicher Stoffe, 5.2 Funktion: Flammschutzmittel, Umweltbundesamt, Februar 2003
- UBA, 2003b. Guideline for use of environmentally sound substances for producers and industrial users of chemical products with water relevance. Part 3, Product specific strategy, additives in plastics  
Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, TEIL 3, Produktspezifische Strategie, Additive in Kunststoffen, Umweltbundesamt, Februar 2003
- PNUMA, 2006. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2006), UNEP/POPS/POPRC.2/9, Proyecto de perfil de riesgos: hexabromobifenilo, Comité de Examen de los contaminantes orgánicos persistentes, Segunda reunión, Ginebra, 6 a 10 de noviembre de 2006
- US ATSDR, 2004. Toxicological Profile for Polybrominated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers (PBBs and PBDEs). US ATSDR, 2004. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.html>
- USEPA, 1985. US EPA Chemical Profile: methyl phosphonic dichloride. Extremely hazardous substances, section 302 of EPCRA, Chemical Emergency Preparedness and Prevention, 1985. Disponible en <http://yosemite.epa.gov/oswer/CeppoEHS.nsf/Profiles/676-97-1?OpenDocument>
- USEPA, 2005. Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives for Low-Density Polyurethane Foam, 2005. Disponible en <http://www.epa.gov/dfe/pubs/flameret/ffr-alt.htm>
- OMS, 1990. OMS, Environmental Health Criteria 110; Tricresyl phosphate 1990. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc110.htm>
- OMS, 1998. OMS, Environmental Health Criteria 209: Flame retardants: tris(chloropropyl) phosphate and tris(2-chloroethyl) phosphate, 1998. Disponible en [http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/who\\_ehc\\_209.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/who_ehc_209.pdf)
-