

Distr.: General
1 de noviembre de 2012

Español
Original: Inglés



**Convenio de Estocolmo
sobre contaminantes
orgánicos persistentes**

**Comité de Examen de los Contaminantes
Orgánicos Persistentes
Octava reunión**
Ginebra, 15 a 19 de octubre de 2012

**Informe del Comité de Examen de los Contaminantes
Orgánicos Persistentes sobre la labor realizada en su octava
reunión**

Adición

**Adición a la evaluación de la gestión de los riesgos sobre el
hexabromociclododecano**

En su séptima reunión, el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes aprobó, en su decisión POPRC-7/1, una evaluación de la gestión de los riesgos sobre el hexabromociclododecano (véase el documento UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1). En su octava reunión, el Comité aprobó, en su decisión POPRC-8/3, una adición a esa evaluación (véase el anexo). El texto de esa adición no ha pasado por el servicio de revisión editorial en inglés.

Anexo

Información adicional sobre alternativas al hexabromociclododecano y su uso en el poliestireno expandido y en el poliestireno extruido

1. Introducción

1. En 2010, en la sexta reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes se evaluó el perfil de riesgo del hexabromociclododecano (HBCD) (UNEP/POPS/POPRC.6/13Add.2) y se llegó a la conclusión de que es probable que el HBCD, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, pueda provocar efectos adversos importantes para la salud humana, el medio ambiente, o ambos, que justifican la adopción de medidas a nivel mundial.
2. En su séptima reunión, la Comisión de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes adoptó la evaluación de la gestión de los riesgos sobre el hexabromociclododecano (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1), y decidió, en virtud del párrafo 9 del artículo 8 del Convenio, recomendar a la Conferencia de las Partes que considerara la posibilidad de incluir al hexabromociclododecano en los anexos A, B y/o C del Convenio. El Comité invitó al grupo de trabajo especial sobre el hexabromociclododecano que había preparado la evaluación de la gestión de riesgo a recopilar más información sobre el hexabromociclododecano y acordó examinar la información adicional y considerar en su octava reunión la posibilidad de especificar el anexo del Convenio y las posibles exenciones que habría de tener en cuenta la Conferencia de las Partes al debatir la inclusión del hexabromociclododecano.
3. En su decisión POPRC-7/1, el Comité invitó a las Partes y a los observadores a remitir a la Secretaría información sobre:
 - a) Las alternativas químicas al hexabromociclododecano, especialmente en las aplicaciones de espuma de poliestireno expandido y poliestireno extruido, por lo que se refiere a su disponibilidad, costo, eficacia, eficiencia y efectos en la salud y el medio ambiente, sobre todo en relación con sus propiedades como contaminante orgánico persistente;
 - b) La producción y el uso del hexabromociclododecano, especialmente en las aplicaciones de espuma de poliestireno expandido y poliestireno extruido.

2. Respuestas a la petición de información

4. Veintiséis Partes y países observadores remitieron información (Alemania, Argentina, Azerbaiyán, Brasil, Bulgaria, Camboya, Camerún, Canadá, China, Estados Unidos de América, Guatemala, Indonesia, Irlanda, Israel, Italia, Kiribati, Letonia, Malí, México, Mónaco, Myanmar, Noruega, Países Bajos, Polonia, Rumania y Tailandia). Además, seis observadores no gubernamentales remitieron información (Great Lakes Solutions, Green Chemicals Srl, International POPs Elimination Network IPEN, sector de la espuma de poliestireno, Extruded Polystyrene Foam Association, y, de manera conjunta, las asociaciones del sector EXIBA (un grupo sectorial de Cefic) y EPS (PlasticsEurope), así como el antiguo miembro del POPRC Ian Rae. Todas las presentaciones están disponibles en el sitio web del Convenio.

2.1. Productos químicos alternativos al hexabromociclododecano

5. En las respuestas de las Partes y los observadores se identificaron algunos productos químicos alternativos al HBCD para las aplicaciones de poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliestireno de alto impacto y textiles. Dichos productos se recogen en los cuadros 1 y 2. Generalmente la información se ha presentado como se recibió, y se ha comprobado por separado en la medida de lo posible. De acuerdo con las directrices del POPRC sobre productos alternativos, una “alternativa más segura” es una alternativa que, o bien reduce el potencial de daño para la salud humana o el medio ambiente, o en relación con la cual no se ha demostrado que cumple los criterios de selección del anexo D para incluir un producto químico en el Convenio como contaminante orgánico persistente. La información sobre la salud y la seguridad disponible para algunos de los productos alternativos que se indican a continuación es muy limitada.
6. El piroretardante polimérico se ofrece únicamente como piroretardante en las espumas de poliestireno, no para el resto de usos del HBCD.

7. La Agencia para la Protección del Medio Ambiente estadounidense está evaluando el HBCD y los productos alternativos para su uso en el poliestireno extruido y el poliestireno expandido. Los interesados directos están aportando información sobre los peligros y la eficacia para el informe, que estará disponible en <http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/hbcd/index.htm>.

8. Actualmente la Agencia para la Protección del Medio Ambiente estadounidense está evaluando alternativas al decaBDE y emitirá un informe sobre los usos de este y de los productos alternativos. Véase: <http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/decaBDE/index.htm>.

Cuadro 1. Productos químicos alternativos¹ al HBCD en el poliestireno expandido y el poliestireno extruido

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
Polímero de etenilbenceno con 1,3-butadieno, bromado (copolímero bromado de estireno y butadieno) Sinónimo: Pírorretardante polimérico Núm. CAS: 1195978-93-8	Emerald 3000 FR122P	Poliestireno expandido mediante un proceso de una sola etapa, probablemente también es adecuado en el proceso en dos etapas Y poliestireno extruido	Actualmente se están entregando cantidades a escala piloto a usuarios intermedios como prueba. Las pruebas de producción a escala de planta funcionan satisfactoriamente. Disponible comercialmente en 2012 gracias a Great Lakes Solutions-Chemtura Corporation. ICL-Industrial Products anunció recientemente que aspira a producirlo para usos comerciales en 2014 (10 000 millones de toneladas). Albemarle (US) tendrá el producto disponible a nivel comercial en 2014. Prevista capacidad suficiente para sustituir al HBCD en 3-5 años. Véase también el párr. 6.	No se dispone de ninguna evaluación independiente de las propiedades. De acuerdo con la información del sector: Potencialmente persistente (no biodegradable) pero con bajo potencial de bioacumulación y bajo potencial de toxicidad. Sin clasificar en cuanto a carcinogenicidad por ausencia de datos. No se dispone de datos sobre toxicidad en peces. Véase también el párr. 7.	Información divergente (ver el párr. 17). Respuestas registradas: Según un fabricante, no se prevé que el costo de fabricación de los productos con poliestireno expandido que contengan Emerald 3000 tenga un impacto significativo en la competitividad de costos con otros productos. Algunas Partes esperan costos superiores a los del HBCD. Una Parte sugiere que los costos de usar la alternativa son entre un 90% (para el poliestireno expandido) y un 120% superiores a los del HBCD. Aparte de las diferencias de costos entre los pírorretardantes, están los costos de volver a certificar las resinas y los productos con poliestireno pírorresistente para todas las aplicaciones de la espuma. El Canadá ha estimado estos costos en varios millones de dólares.	Las pruebas piloto realizadas por clientes de uno de los fabricantes habrían confirmado que FR122P ofrece el nivel exigido de seguridad frente al fuego a sus productos. Se ha informado de que la eficiencia de Emerald 3000 como pírorretardante es esencialmente equivalente a la del HBCD si se usa con un contenido equivalente de bromo. La eficacia observada por los productores de poliestireno extruido es el 83% respecto al HBCD. Buena estabilidad térmica y compatibilidad con el poliestireno. En condiciones de procesamiento a altas temperaturas, el pírorretardante polimérico tiene que ser estabilizado, al igual que el HBCD.

¹ Para otras alternativas, como los materiales y las técnicas de construcción alternativos, véase la Evaluación de la gestión de los riesgos sobre el HBCD (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
1,1'-(1-metiletilideno)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-metilpropoxi)]benzeno Núm. CAS: 97416-84-7	Pyroguard SR-130 SR-130	Poliestireno expandido Poliestireno extruido	No está disponible en los EE. UU.	Véase el párr. 7.		
Tetrabromobisfenol A bis(aliléter) Núm. CAS: 25327-89-3	BE 51, FG 3200, Fire Guard 3200, Flame Cut 122K, Pyroguard SR 319, SR 319	Poliestireno expandido en dos etapas	Utilizado únicamente en el procesamiento del poliestireno expandido en dos etapas	La sustancia es un derivado del TBBPA (ECB, 2006). Existe poca información sobre sus propiedades HSE. Según la información analizada en KLIF (2009), sus características son: baja toxicidad, inmunotoxina potencial, no se hidroliza fácilmente, puede ser resistente a la degradación en el medio ambiente (ver más detalles en KLIF, 2009).		
1,2,5,6-tetrabromociclooctano (TBCO) Núm. CAS: 3194-57-8	Saytex BC-48 (Albemarle Corporation)	Poliestireno expandido en dos etapas Aditivo piroretardante	Utilizado únicamente en el proceso en dos etapas Puede que esta sustancia ya no esté disponible comercialmente No hay información sobre volumen de producción en los EE. UU. o en la UE. El TBCO también está en la Canadian Non-Domestic Substances List con un nivel de importación al Canadá de 10 t/año.	Un informe de la Agencia Ambiental del R.U. (Fisk et al. 2003) indica que el TBCO es peligroso para el medio acuático (NOEC crónica < 0,1 mg/l o L(E)C _{50s} aguda < 10 mg/l), y potencialmente PBT/vPvB. No se pudo realizar más análisis debido a la poca disponibilidad de información sobre salud, seguridad y medio ambiente.		

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
Alil 2,4,6-tribromo feniléter Núm. CAS: 3278-89-5	Pyroguard FR 100, Great Lakes PHE-65, Bromkal 64-3AE	Poliestireno expandido en dos etapas		Propuesto como uno de los 120 compuestos HPV estructuralmente similares a contaminantes conocidos del Ártico (Brown y Wania, 2008). Probablemente bioacumulativo y sometido a transporte a larga distancia, ya que el producto se ha encontrado en la grasa y el cerebro de focas árticas (Von der Recke y Vetter, 2007).		
Tetrabromobis fenol A bis(2,3-dibromopropiléter) (TBBPA-DBP E) Núm. CAS: 21850-44-2 Con dicumene para el poliestireno extruido y con peróxido de dicumilo para el poliestireno expandido como sinérgicos habituales	STARFLA ME PS SAM 54: mezcla maestra para poliestireno extruido STARFLA ME PO SAM 55: mezcla maestra para poliestireno extruido GC SAM 55 E: mezcla en polvo para poliestireno expandido	Poliestireno expandido Poliestireno extruido	Experiencia únicamente en poliestireno expandido a escala de laboratorio; todavía no es de amplio uso. No obstante, todas las materias primas son de fácil acceso en todo el mundo y, por tanto, el GC SAM 55 E estará disponible inmediatamente para uso comercial a gran escala. Para el poliestireno extruido la alternativa ya está disponible comercialmente.	Según la revisión de KLIF (2009), el TBBPA-DBPE tiene poca toxicidad. No se han observado efectos endocrinos, pero tiene un alto potencial de inhibición de la estradiol-sulfotransferasa y compite moderadamente con la tiroxina en la unión a la proteína plasmática transtiretina. El TBBPA-DBPE se absorbe poco en el sistema digestivo de ratas, pero las cantidades absorbidas se acumulan en el hígado y se metabolizan lentamente. La información disponible no permite evaluar la persistencia en el ambiente (Estado de Washington, 2006). Según KLIF (2009) y la información del fabricante, el TBBPA-DBPE es poco biodegradable, pero parece ser susceptible a la hidrólisis. Las	Según el fabricante, comparable a la solución de HBCD en el poliestireno expandido (alrededor de 6,5 €/kg). Ligeramente más caro que el HBCD en el poliestireno extruido.	Propiedades como retardante de llama 20-30% menores que el HBCD. Se ha observado buena estabilidad térmica, es fácilmente dispersable y compatible con el poliestireno; insoluble en agua y soluble en tolueno y xileno.

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
				<p>conclusiones sobre bioacumulación obtenidas por el Estado de Washington (2006) y por KLIF (2009) son contradictorias. Según el fabricante, no parece que se produzca bioacumulación. El Programa Toxicológico de los Estados Unidos cree que la sustancia podría ser potencialmente cancerígena. Positiva en cuanto a actividad mutágena con y sin activación metabólica en cepas de <i>Salmonella typhimurium</i> (NIEHS, 2002). El TBBPA-DBPE se ha encontrado también en el polvo doméstico en Bélgica y el Reino Unido (Ali y otros, 2011).</p>		

Cuadro 2. Alternativas al HBCD en el poliestireno de alto impacto y textiles

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
Etilenbis(tetrabromoftalimida) (EBTPI) Núm. CAS: 32588-76-4	BT93, BT93W, BT93WFG, Citex BT 93, Saytex BT93, Saytex BT93W	Poliestireno de alto impacto Aditivo pirorretardante	Disponible comercialmente y ampliamente usado Se usa fundamentalmente en poliestireno de alto impacto, polietileno, polipropileno, poliésteres termoplásticos, poliamida, EPDM, caucho, policarbonatos, copolímeros de etileno, resinas de ionómeros y textiles.	Los datos de que se dispone son insuficientes para una evaluación ambiental exhaustiva de la EBTPI. Los pocos estudios registrados indican que la EBTPI no se biodegrada con rapidez, no se bioacumula y tiene una toxicidad acuática leve (DEPA, 2007). Los datos indican que la EBTPI tiene una toxicidad leve para los mamíferos (KLIF, 2009). El Comité Técnico de la Comisión Europea para Sustancias Nuevas y Existentes consideró que la EBTPI es muy persistente. Sin embargo, el criterio de bioacumulación no se cumplió a causa de las propiedades moleculares de la sustancia, de modo que la EBTPI no fue clasificada como vPvB. El único estudio disponible sobre toxicidad acuática de la EBTPI indica que los efectos tóxicos agudos se producen a niveles mucho mayores que la solubilidad estimada en agua. En la bibliografía no se han encontrado valores de NOEC a largo plazo. Son necesarios más datos ecotoxicológicos para evaluar el criterio de toxicidad (Pakalin y otros, 2007).		Técnicamente viable y usado ampliamente
Decabromodifeniléter (DecaBDE) Núm. CAS: 1163-19-5	SAYTEX 102E FR-1210 DE-83R	Poliestireno de alto impacto Textiles	Comercialmente disponible y usado ampliamente. Muchos fabricantes han reducido gradualmente su uso desde principios de los 2000.	El decabromodifeniléter fue considerado tóxico de acuerdo con el criterio 64 (a) de la Ley canadiense de protección del medio ambiente de 1999, junto con otros PBDE de su clase (tetra a decaBDE). Un informe sobre el estado de la ciencia para esta sustancia concluyó que se transforma en otras sustancias persistentes y bioacumulativas (Environment Canada, 2010). El POPRC ha concluido que existe un		Técnicamente viable y usado ampliamente

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
				<p>número creciente de estudios relacionados con el potencial de los congéneres altamente bromados, como el decabromodifeniléter, de desbromarse reductivamente en el ambiente y contribuir así a la formación de los éteres difenílicos bromados incluidos en el anexo A (Decisión POPRC-7/1).</p> <p>En el informe de evaluación de riesgos de la Unión Europea (Comisión Europea, 2002) el decaBDE no se consideró biodegradable, pero tampoco bioacumulativo ni tóxico. Un examen posterior (Pakalin y otros, 2007) concluyó también que el decaBDE no cumple el criterio de toxicidad (T).</p> <p>No obstante, hay algunos datos que indican que el decaBDE puede provocar trastornos comportamentales en ratones cuando se les expone a esta sustancia en una etapa delicada del desarrollo del cerebro (posiblemente a través de un metabolito). Esta aparente toxicidad hace que la presencia de decaBDE en los huevos de los predadores superiores suponga un descubrimiento serio, relevante para cualquier evaluación de riesgos a largo plazo. Pakalin y otros (2007) también observa que los métodos normales de comparación PEC/PNEC descritos en el documento técnico de orientación de la UE no son aplicables a esta situación.</p> <p>Véase también el párr. 8.</p>		

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
<p>Decabromodifeniletano (DBDPE) Núm. CAS: 84852-53-9</p>	<p>SAYTEX 8010 Firemaster 2100 Planelon BDE S8010</p>	<p>Poliestireno de alto impacto Textiles Aditivo piroretardante</p>	<p>Comercialmente disponible y usado ampliamente. El DBDPE se introdujo a mediados de la década de 1980 y adquirió importancia comercial como alternativa a las formulaciones de decaBDE a principios de 1990. Europa no produce DBDPE, pero las importaciones en 2001 se estimaron entre 1 000 y 5 000 toneladas, principalmente a Alemania. El DBDPE es actualmente el segundo aditivo piroretardante bromado en cuanto a uso en China, y su producción crece un 80% cada año (http://www.polymer.cn/). Hay al menos dos empresas chinas que lo producen: el volumen de producción del DBDPE en China en 2006 fue de 12 000 toneladas (Xiao, 2006). En el Japón ha habido un claro desplazamiento del consumo del decaBDE hacia el DBDPE.</p>	<p>Los datos disponibles indican que el decabromodifeniletano (DBDPE) es potencialmente persistente. No sufre degradación abiótica (p. e. hidrólisis), y no se biodegrada con rapidez en condiciones aeróbicas en el medio acuático (el 2% según OCDE 301C). La persistencia está vinculada a su baja solubilidad en agua (0,72 µg/L) (Environment Agency, 2007, Pakalin y otros, 2007). El DBDPE tiene un potencial de peligro para los organismos acuáticos relativamente bajo debido a su poca solubilidad en agua. También presenta baja toxicidad para los mamíferos (Environment Agency, 2007). El DBDPE altera la expresión génica en embriones de pollo (Egloff y otros, 2011), es agudamente tóxico para <i>Daphnia magna</i>, reduce la tasa de eclosión de los huevos de pez cebra y aumenta significativamente la mortalidad de las larvas eclosionadas (Nakari y Huhtala, 2010). En la evaluación del riesgo realizada por el Reino Unido no fue posible extraer conclusiones sobre bioacumulación a causa de la ausencia de datos fiables (Environment Agency, 2007). Datos recientes muestran que el DBDPE se bioacumula en peces en un orden de magnitud más que el decaBDE, lo que quiere decir que tiene una tasa significativa de acumulación en peces (He y otros, 2012). Se ha encontrado DBDPE en especies de aves rapaces como halcones y en sus huevos (Guerra y otros, 2012) y en aves piscívoras (Luo y otros, 2009). En una red trófica del lago Winnipeg se ha observado que el DBDPE se biomagnifica</p>	<p>Según una de las Partes, el DBDPE se usa habitualmente en el poliestireno de alto impacto y en los textiles, con mejores resultados que el HBCD y aproximadamente el mismo precio, y en 2011 básicamente sustituyó al HBCD en esta aplicación en China.</p>	<p>Técnicamente viable y usado ampliamente</p>

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
				<p>(Law y otros, 2009). El DBDPE se ha detectado ampliamente en las muestras ambientales; fangos cloacales, aire, sedimentos, peces y aves, así como en el polvo doméstico y de las oficinas (La Guardia y otros, 2012). En un reciente estudio nórdico de cribado (NCM, 2011), se encontró DBDPE en el 100% de las muestras de aire, el 50% de las de sedimentos, el 100% de las muestras de lodo y el 70% de las de biota. Con frecuencia las concentraciones fueron comparables a las encontradas para el BDE-47 y el BDE-209.</p> <p>También se ha encontrado DBDPE en el polvo doméstico en los Estados Unidos (Stapleton y otros, 2008), Bélgica, el Reino Unido (Ali y otros, 2011) y Suecia (Karlsson y otros, 2007). La sustancia es el principal pirorretardante bromado en el cabello humano en las áreas de reciclaje de desechos no electrónicos en China. Se han encontrado correlaciones significativas entre las concentraciones en cabello y en polvo (Zheng y otros, 2011), lo que sugiere una vía endógena para el cabello</p>		
Fosfato de trifenilo Núm CAS: 115-86-6		Poliestireno de alto impacto	Comercialmente disponible y usado ampliamente	Según un examen publicado por la Agencia de Protección Ambiental danesa (2007), el fosfato de trifenilo es altamente tóxico para las algas, los invertebrados y los peces, con valores típicos de $L(E)C_{50} < 1$ mg/l. Dos estudios sobre la toxicidad crónica en peces aportan valores en el rango de 0,014-0,23 mg/l; no obstante, la validez de los estudios es cuestionable. En algunos estudios a largo plazo con diferentes especies de peces se han obtenido valores de BCF mayores de 100, y el fosfato de trifenilo se considera		Técnicamente viable y usado ampliamente

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
				<p>potencialmente bioacumulativo. Este dato está respaldado por el valor del log K_{ow} para el fosfato de trifenilo (rango 4,58-4,67). El fosfato de trifenilo es intrínsecamente biodegradable, y además se ha observado que se puede biodegradar en condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas, en sistemas de agua/sedimentos y en sistemas de suelos en diversas condiciones. Los valores de log K_{ow} y log K_{oc} indican que la disponibilidad y la movilidad del trifosfato de fenilo en el ambiente son limitadas. No se obtuvieron datos sobre la exposición humana aguda o repetida. El único parámetro afectado en el examen del organismo danés de los estudios nutricionales sobre exposición subaguda y subcrónica en ratas fue el retraso en el aumento de peso (Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2007). La Agencia de Protección Ambiental estadounidense (2005) indica la toxicidad sistémica moderada y la alta ecotoxicidad aguda y crónica del fosfato de trifenilo como dos características que suscitan preocupación. La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) estadounidense informa de la inhibición de la colinesterasa como un efecto de la exposición al fosfato de trifenilo (OSHA estadounidense, 1999). El Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente (2007) concluyó que el fosfato de trifenilo no cumple los criterios de persistencia y bioacumulación en la evaluación PBT. En Alemania, el fosfato de trifenilo se considera peligroso para el medio</p>		

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
				<p>ambiente dada su toxicidad para los organismos acuáticos (Leisewitz y otros, 2000).</p> <p>En un estudio reciente se asoció el fosfato de trifenilo con un descenso sustancial del 19% de la concentración espermática en hombres (Meeker y Stapleton, 2010).</p>		
<p>Bisfenol A bis(fosfato de difenilo) (BDP) Núm. CAS: 5945-33-5</p>	<p>Fyrolflex BDP</p>	<p>Poliestireno de alto impacto Aditivo piroretardante</p>	<p>Comercialmente disponible y usado ampliamente</p>	<p>El bisfenol A bis(fosfato de difenilo) es un producto de la reacción del tricloruro de fosforilo con el bisfenol A y el fenol. Puede contener bisfenol A como impureza. Según el Estado de Washington (2006) los resultados de los estudios de toxicidad del sector indican un grado bajo de toxicidad para las personas y un grado de bajo a medio de toxicidad para los organismos acuáticos. No hay estudios de cáncer en animales ni se dispone de información sobre una posible exposición humana para esta sustancia. El compuesto muestra cierta tendencia a persistir en el medio ambiente. No se ha podido evaluar la bioacumulación.</p> <p>Uno de los productos de degradación de BDP es el bisfenol A (Estado de Washington, 2006), una sustancia de la cual el Canadá ha declarado que cumple los criterios de persistencia y toxicidad relacionados con alteraciones permanentes en la capacidad hormonal, de desarrollo y reproductora (Environment Canada, 2008). En función del potencial de alteración endocrina de su producto de degradación, el bisfenol A, la sustancia bisfenol A bis(fosfato de difenilo) obtuvo una puntuación alta en cuanto a capacidad de alteración endocrina en un borrador de evaluación de la UE (JRC, 2011). En la</p>		<p>Técnicamente viable y usado ampliamente</p>

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
				misma evaluación se observó que el BDP es altamente persistente y de moderada a altamente bioacumulativo con valores de BCF que van de 300 a 3 000 y valores de log K _{ow} de 4,5-6.		
Fosfato de difenilcresilo Núm. CAS: 26444-49-5		Poliestireno de alto impacto	Comercialmente disponible y usado ampliamente	El fosfato de difenilcresilo está poco caracterizado, pero parece ser tóxico en organismos acuáticos y de lenta biodegradación (OCDE SIDS). Según el Estado de Washington (2006), su semivida en agua es de 4,86 años, tiene un BCF de 980 y una toxicidad acuática moderada, presenta toxicidad para el desarrollo y la reproducción pero no es mutágeno y tiene una baja toxicidad oral.		Técnicamente viable y usado ampliamente
Parafinas cloradas (C10-13) -Núm. CAS: 85535-84-8		Textiles	Disponible y ampliamente usado	Las parafinas cloradas de cadena corta (cloroalcanos, C10-13) con un grado de cloración superior al 48% han sido propuestas para su inclusión como contaminante orgánico persistente en el marco del Convenio de Estocolmo y actualmente se encuentran sometidas a examen por parte del POPRC. Las parafinas cloradas (C10-13) evaluadas como parafinas cloradas de cadena corta (PCCC) cumplen con la definición de tóxico del criterio 64 (a) de la Ley canadiense de protección del medio ambiente de 1999 y los criterios de persistencia y bioacumulación y fueron sometidas a una eliminación casi total. En el Canadá, estas sustancias fueron incluidas en la propuesta de normativa sobre la prohibición de determinadas sustancias tóxicas de 2012 (http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg87).	Ampliamente usado	Técnicamente viable y ampliamente usado

Producto químico	Nombres comerciales	Adecuación declarada	Disponibilidad	Propiedades de salud, seguridad y medio ambiente	Costos	Eficacia
Polifosfato de amonio – CAS RN 68333-79-9		Textiles	Disponible y ampliamente usado	Hay pocos datos sobre sus propiedades. No hay datos sobre bioacumulación. En el Canadá esta sustancia está caracterizada como persistente e intrínsecamente tóxica.	Ampliamente usado	Técnicamente viable y ampliamente usado

2.2. Información adicional sobre la producción y el uso del hexabromociclododecano

9. Recientemente se ha restringido la disponibilidad del HBCD a causa de problemas en la producción de su precursor, el ciclododecatrino. Los problemas de suministro de HBCD pueden aumentar la velocidad con la que el sector de uso de HBCD adopte alternativas de uso.
10. Se recibieron los siguientes datos nuevos sobre producción e importación:
 - a) China informó de que produjo 18 000 toneladas de HBCD en 2011, de las cuales se exportaron entre 5 500 y 6 000 toneladas.
 - b) México reseñó la importación de 467 toneladas de HBCD en 2011.
11. Se recibió la siguiente información nueva sobre el uso de HBCD:
 - a) En Norteamérica todo el poliestireno extruido que se produce actualmente contiene HBCD. Hay cuatro fabricantes. La concentración utilizada habitualmente es de 0,7%-1,0%.
 - b) De acuerdo con la base de datos de 2006 del informe sobre los datos químicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, menos del 1% del uso comercial y de consumo del HBCD en los Estados Unidos se destinó a tejidos, textiles y vestimenta.
<http://www.epa.gov/iur>
 - c) De todo el HBCD utilizado en China, 9 000 toneladas se utilizaron en poliestireno expandido y 3 000 toneladas en poliestireno extruido.
 - d) Polonia informó del uso de 364 toneladas de HBCD en poliestireno expandido y 90 toneladas en poliestireno extruido en 2001.
 - e) México comunicó la importación de 467 toneladas de HBCD en 2001.

3. Información resumida relativa a la evaluación de la gestión de riesgos

12. La producción global estimada de HBCD en 2011 fue de 31 000 toneladas, ligeramente mayor que la estimada en la evaluación de la gestión de riesgos (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1) debido a un aumento del 20% en la producción china en 2011.

Disponibilidad

13. Se han desarrollado algunas alternativas químicas al HBCD, incluida una alternativa de uso inmediato para la producción de poliestireno expandido de una sola etapa y de poliestireno extruido. La sustancia alternativa se pondrá a la venta de manera gradual a partir de 2012. En 2014, este piroretardante polimérico bromado estará disponible procedente de dos empresas de los Estados Unidos (Chemtura, Albemarle) y una de Israel (ICL-IP). Se espera que su producción combinada sea suficiente para sustituir al HBCD en un plazo de 3 a 5 años.
14. Otros dos piroretardantes (1,1'-(1-metiletilideno)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-metilpropoxi)]benceno, número CAS: 97416-84-7, y tetrabromobisfenol A bis(2,3-dibromopropiléter) (TBBPA-DBPE), número CAS: 21850-44-2 con dicumene para el poliestireno extruido y con peróxido de dicumene para el poliestireno expandido como sinérgicos habituales, (p. e. Starflame/GC SAM) parecen ser adecuados para sustituir al HBCD en el proceso de una etapa del poliestireno expandido. No obstante, no se sabe si el primer compuesto está disponible, y el segundo aún no se ha comercializado. El proceso en dos etapas para el poliestireno expandido, menos habitual, ya está utilizando piroretardantes alternativos al HBCD. Se está evaluando la idoneidad del piroretardante polimérico para el poliestireno expandido en dos etapas.
15. La disponibilidad actual de las alternativas químicas al HBCD en el poliestireno de alto impacto y en textiles se reiteró en las respuestas. Se han identificado materiales piroretardantes y técnicas de fabricación alternativos en la evaluación de la gestión de riesgos para el hexabromociclododecano (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

Tiempo de transición

16. Cuando cualquier alternativa empieza a estar disponible en cantidades comerciales, el sector tarda algún tiempo en obtener la calificación y la recertificación acerca de la resistencia al fuego de los productos de poliestireno en perlas y en espuma. Según la información del sector en Canadá, es necesario un período de 5 años para que una sustancia pase a ser una alternativa real. No obstante, si bien el piroretardante polimérico aún no está disponible a escala comercial, los usuarios intermedios ya lo han estado probando y los resultados registrados son positivos.

Costos

17. Algunas Partes indicaron en sus respuestas costos del piroretardante polimérico más altos que los del HBCD, aunque no se incluyeron datos económicos para respaldar estas afirmaciones. Según un fabricante de piroretardante polimérico, la fabricación de productos piroretardados con la sustancia alternativa al HBCD no presupone ningún impacto significativo en la competitividad en cuanto a costos del poliestireno expandido y el poliestireno extruido. No queda claro si el piroretardante representa un factor significativo en el precio del producto final (tablero de aislamiento de poliestireno expandido/extruido). Hasta que el piroretardante polimérico no esté completamente comercializado no se pueden obtener estimaciones más precisas de los costos.

18. Habrá costos extraordinarios adicionales para el sector, derivados por ejemplo de las pruebas en plantas piloto y de la calificación de los productos. No obstante, dichos costos son independientes de la alternativa concreta y, por ejemplo en Canadá, se ha considerado que rondarán los pocos millones de dólares canadienses.

Eficacia

19. Se ha señalado que el piroretardante polimérico tiene una eficacia como retardante de llama esencialmente equivalente a la del HBCD cuando se utiliza con un contenido equivalente de bromo. Según Great Lakes Solutions, es necesario el 1,7% de Emerald 3000 (nombre comercial) para superar la prueba de inflamabilidad de clase E de la norma europea. Así pues, la carga necesaria es comparable a la de HBCD (0,5-2,5% HBCD p/p) en espumas de poliestireno. Se ha observado que las propiedades piroretardantes del tetrabromobisfenol A bis(2,3-dibromopropiléter) (TBBPA-DBPE) (número CAS: 21850-44-2), con dicumene para el poliestireno extruido y con peróxido de dicumilo para el poliestireno expandido como sinérgicos habituales (Starflame/GC SAM), son un 20-30% menores que las del HBCD.

20. El decabromodifeniletano y otras sustancias alternativas parecen haber sustituido ampliamente al HBCD en el poliestireno de alto impacto y los textiles, por tener mayor eficacia y menos precio que éste.

Impacto para la salud y el ambiente

21. El objetivo de promover el uso de alternativas en el marco del Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente. En consecuencia, debería evitarse la mera sustitución de contaminantes orgánicos persistentes por otros productos químicos peligrosos y, por el contrario, buscar alternativas más seguras (UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1).

22. Según la información de la hoja de datos de seguridad y la evaluación de peligros del sector, el piroretardante polimérico es potencialmente persistente, pero no es bioacumulativo ni tóxico. No obstante, todavía no hay análisis independientes sobre sus propiedades. No se dispone de información relativa a la salud, la seguridad y el medio ambiente (HSE) para el 1,1'-(1-metiletiliden)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-metilpropoxi)]benceno (número CAS: 97416-84-7). Una tercera sustancia química alternativa, basada en el TBBPA-DBPE (número CAS: 21850-44-2) tiene una toxicidad baja y es improbable que se bioacumule. Sin embargo, puede ser cancerígena y su persistencia aún no ha sido estudiada minuciosamente. También se ha encontrado en el polvo doméstico.

Referencias

- Ali N, Harrad S, Goosey E, Neels H, Covaci, A. (2011) “Novel” brominated flame retardants in Belgian and UK indoor dust: Implications for human exposure. *Chemosphere* 83 (2011) 1360–1365.
- Brown, T. N. and Wania, F. (2008) Screening chemicals for the potential to be persistent organic pollutants: a case study of arctic contaminants. *Environ. Sci. Technol.*, 42, 5202-5209.
- Danish EPA (2007) Danish Environmental Protection Agency. Health and Environmental Assessment of Alternatives to Deca-BDE in Electrical and Electronic Equipment, 170 p. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2007/978-87-7052-351-6/pdf/978-87-7052-352-3.pdf>
- ECB, 2006. European Chemicals Bureau. European Union Risk Assessment Report. TBBP-A. CAS No: 79-94-7. EINECS No: 201-236-9. Office for Official Publications of the European Communities.
- Environment Agency for England and Wales (2007) Environmental Risk Evaluation Report: 1’1-(Ethane-1,2-diyl)bis[penta-bromobenzene] CAS No: 84852-53-90. Published by Environment for England and Wales Agency. 126 p. <http://publications.environment-agency.gov.uk/PDF/SCHO0507BMOR-E-E.pdf>
- Environment Canada, Health Canada (2008). Screening Assessment for the Challenge Phenol, 4,4’ -(1-methylethylidene)bis-(Bisphenol A), Chemical Abstracts Service Registry Number 80-05-7. 111 p. <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=3C756383-1>
- Environment Canada 2010. Ecological State of the Science Report on Decabromodiphenyl Ether (decaBDE) Bioaccumulation and Transformation. 155 p. <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=B901A9EB>
- European Commission 2002. Risk Assessment Report Volume 17 Bis(Pentabromophenyl)Ether CAS No: 1163-19-5 Eines No: 214-604-9 Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities. 294 p. http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/REPORT/decabromodiphenyletherreport013.pdf
- Egloff C, Crump D, Chiu S, Manning G, McLaren KK, Cassone CG, Letcher RJ, Gauthier LT, Kennedy SW (2011) In vitro and in ovo effects of four brominated flame retardants on toxicity and hepatic mRNA expression in chicken embryos, *Toxicol Lett* 207:25-33.
- Fisk PR, Girling AE, Wildey RJ (2003). Prioritisation of flame retardants for environmental risk assessment. Environment Science Agency. http://www.ec.europa.eu/environment/waste/stakeholders/industry_assoc/ebfrp/annex2.pdf
- Guerra P, Alae M, Jimenez B, Pacepavicius G, Marvin C, MacInnis G, Eljarrat E, Barcelo D, Champoux L, Fernie K (2012) Emerging and historical brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco Peregrinus*) eggs from Canada and Spain, *Environ Int* 40:179-186.
- He JM, Luo XJ, Chen MY, Sun YX, Chen SJ, Mai BX (2012) Bioaccumulation of polybrominated diphenyl ethers and decabromodiphenyl ethane in fish from a river system in a highly industrialized area, South China, *Sci Total Environ* 419:109-115.
- JRC 2011. Discussion on “Hazardous Substances” Criterion Investigation of Request for Derogation. Draft working document. <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/imaging-equipment/docs/Ecolabel%20Criterion%20Derogations%20Hazardous%20Substances.pdf>
- Karlsson, M., Julander, A., van Bavel, B., Hardell, L. (2007) Levels of brominated flame retardants in blood in relation to levels in household air and dust. *Environ. Int.*, 33, 62-69.
- KLIF Norwegian Pollution Control Authority 2009. Current State of Knowledge and Monitoring requirements for emerging “new” brominated flame retardants in flame retarded products and the Environment. 114 p. <http://www.klif.no/publikasjoner/2462/ta2462.pdf>
- La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E, Mainor TM, Ciparis S (2012) In situ accumulation of HBCD, PBDEs, and several alternative flame retardants in the bivalve (*Corbicula fluminea*) and gastropod (*Elimia proxima*), *Environ Sci Technol* 46:5798-5805.
- Law K, Halldorson T, Danell R, Stern G, Gewurtz S, Alae M, Marvin C, Whittle M, Tomy G (2006) Bioaccumulation and trophic transfer of some brominated flame retardants in a Lake Winnipeg (Canada) food web, *Environ Toxicol Chem* 25:2177-2186.

- Leisewitz, A., H. Kruse and E. Schramm (2000). German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Substituting Environmentally Relevant Flame Retardants: Assessment Fundamentals. Research report 204 08 642 or 207 44 542.
- Luo XJ, Zhang XL, Liu J, Wu JP, Luo Y, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY (2009) Persistent halogenated compounds in waterbirds from an e-waste recycling region in South China, *Environ Sci Technol* 43:306-311.
- Meeker JD, Stapleton HM (2010) House dust concentrations of organophosphate flame retardants in relation to hormone levels and semen quality parameters, *Environ Health Perspect* 118:318-323.
- Nakari T, Huhtala S (2010) In vivo and in vitro toxicity of decabromodiphenyl ethane, a flame retardant, *Environ Toxicol* 25:333-338.
- NCM 2011. Nordic Council of Ministers. Brominated Flame Retardants (BFR) in the Nordic Environment. TemaNord 2011:528. Copenhagen. 86 p.
<http://www.norden.org/sv/publikationer/publikationer/2011-528>
- NIEHS (2002). National Institute of Environmental Health Science, Tetrabromobisphenol A bis(2,3-dibromopropyl ether) [21850-44-2]. Review of the Toxicological Literature. November 2002. Available at http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/Chem_Background/ExSumPdf/TBBPA-BDPE.pdf
- OECD SIDS. DIPHENYL CRESYL PHOSPHATE CAS No: 26444-49-5.
<http://www.inchem.org/documents/sids/sids/26444495.pdf>
- Pakalin, S., Cole, T., Steinkellner, J., Nicolas, R., Tissier, C., Munn, C., and Eichenreich, S. (2007) Review on production processes of decabromodiphenyl ether (DecaBDE) used in polymeric applications in electrical and electronic equipment, and assessment of the availability of potential alternatives to DecaBDE). European Chemicals Bureau, Institute of Health and Consumer Protection, Joint Research Centre, European Commission. (EUR 22693 EN).
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/5259/1/EUR%2022693.pdf>
- Stapleton, H.M., Allen, J.G., Kelly, S.M., Konstantinov, A., Klosterhaus, S., Watkins, D., McClean, M.d. and Webster, T.F. (2008) Alternate and New Brominated Flame Retardants Detected in U.S. house dust. *Environ. Sci. Technol.*, 42, 6910-6916.
- US EPA 2005, Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives. Alternatives for Low-Density Polyurethane Foam. United States Environmental Protection Agency. 153 p.
<http://www.epa.gov/dfe/pubs/index.htm#ffr>
- US OSHA (1999). US Occupational Safety and Health Administration. Chemical Sampling Information, 19 January 1999. http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_274400.html
- Von der Recke R, Vetter W (2007) Synthesis and characterization of 2,3-dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether (DPTE) and structurally related compounds evidenced in seal blubber and brain, *Environ Sci Technol* 41:1590-1595.
- Washington State Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Chemical Action Plan: Final Plan, January 19, 2006 Department of Ecology Publication No. 05-07-048, Department of Health Publication No. 334-079 <http://www.ecy.wa.gov/biblio/0507048.html>
- Xiao, 2006. A perspective on the development of brominated flame retardants in China.
http://www.polymer.cn/html/industrynews/200612/15/_2007529102655763.htm
- Zheng J, Luo XJ, Yuan JG, Wang J, Wang YT, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY (2011) Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China, *Environ Pollut* 159:3706-3713.