



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

Distr.: General
7 de marzo de 2007

Español
Original: Inglés

**Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo
sobre contaminantes orgánicos persistentes**
Tercera reunión
Dakar, 30 de abril a 4 de mayo de 2007
Tema 5 c) del programa provisional*

**Cuestiones que se someterán al examen de la Conferencia
de las Partes o respecto de las cuales deberá adoptar una decisión:
medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de desechos**

**Directrices técnicas para el manejo ambientalmente
racional de desechos que son contaminantes orgánicos persistentes
aprobadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea**

Nota de la secretaría

Según se expone en el documento UNEP/POPS/COP.3/9, Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en su octava reunión adoptó, entre otras cosas, lo siguiente:

- a) La decisión VIII/6 relativa a directrices técnicas sobre contaminantes orgánicos persistentes, que figura en el anexo de la presente nota;
- b) Las directrices técnicas generales actualizadas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, los contengan o estén contaminados con ellos, que figuran en el anexo II de la presente nota;
- c) Las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT), lo contengan o estén contaminados con él, que figuran en el anexo III de la presente nota;
- d) Las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex o toxafeno o con HCB como producto químico industrial, los contengan o estén contaminados con ellos, que figuran en el anexo IV de la presente nota;
- e) Las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) o bifenilos policlorados (PBB) producidos de forma no intencional, los contengan o estén contaminados con ellos, que figuran en el anexo V de la presente nota;

* UNEP/POPS/COP.3/1.

f) Las directrices técnicas actualizadas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en PCB, terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), los contengan o estén contaminados con ellos, que figuran en el anexo VI de la presente nota.

Anexo I

Decisión VIII/16 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea relativa a las Directrices técnicas sobre contaminantes orgánicos persistentes

La Conferencia de las Partes,

Recordando su decisión VII/13 relativa a las directrices técnicas sobre contaminantes orgánicos persistentes como desechos,

Tomando nota con reconocimiento de las funciones que han desempeñado las Partes y otros interesados, especialmente los países encargados, en la preparación de las directrices técnicas,

1. *Aprueba* las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de:
 - a) Desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex o toxafeno, o con HCB como producto químico industrial, los contengan o estén contaminados con ellos¹;
 - b) Desechos consistentes en 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(4-clorofenil)etano (DDT), lo contengan o estén contaminados con él²;
 - c) Desechos que contengan dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), hexaclorobenceno (HCB) o bifenilos policlorados (PCB), o estén contaminados con ellos como resultado de su producción no intencional³;
2. *Aprueba* las directrices técnicas generales actualizadas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos, y las directrices actualizadas 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 ellos⁴;
3. *Pide* a la secretaría que transmita las directrices técnicas a que se hace referencia en los párrafos 1 y 2 de la presente decisión, a las Partes, los signatarios, las organizaciones intergubernamentales, las organizaciones no gubernamentales que se ocupan del medio ambiente y al sector industrial, en los seis idiomas oficiales de las Naciones Unidas;
4. *Pide también* a la secretaría que presente esta decisión y las directrices técnicas a la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes en su tercera reunión, por conducto de la secretaría del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes para que las considere;
5. *Invita* a las Partes y a otros interesados a que utilicen las directrices técnicas y que presenten, a más tardar dos meses antes de la celebración de la novena reunión de la Conferencia de las Partes, informes a la Conferencia de las Partes, por conducto de la secretaría, sobre la experiencia que hubieran adquirido en la aplicación de las directrices, incluidas cualesquiera dificultades u obstáculos al respecto, con objeto de mejorarlas si fuera necesario;
6. *Toma nota* de que, tras haber examinado, entre otras cosas, las observaciones compiladas por la secretaría⁵, no es práctico ni viable por el momento considerar en mayor detalle, a nivel del Convenio de Basilea, una metodología para definir con mayor precisión qué constituye un bajo contenido de contaminantes orgánicos persistentes y niveles de destrucción y transformación irreversible, y que tal vez respondería mejor a las inquietudes expresadas hasta ahora en las deliberaciones sobre esta cuestión se podrían atender mejor mediante la labor ulterior a que se hace referencia en el párrafo 8 de la presente decisión;
7. *Acuerda* que en el programa de trabajo del Grupo de Trabajo de composición abierta para 2007-2008 se incluya lo siguiente:

¹ UNEP/CHW.8/5/Add.1*.

² UNEP/CHW.8/5/Add.2*; país encargado: México.

³ UNEP/CHW.8/5/Add.3*; país encargado: Australia.

⁴ UNEP/CHW.8/5/Add.4 y UNEP/CHW.8/5/Add.4/Corr.1 y Add.5.

⁵ UNEP/CHW/OEWG/5/INF/21.

- a) Examen y actualización de las directrices técnicas sobre contaminantes orgánicos persistentes, según proceda;
 - b) Consideración de orientaciones adicionales sobre otros métodos de eliminación en los casos en que el contenido de contaminantes orgánicos persistentes es inferior al bajo contenido de contaminantes orgánicos persistentes en zonas en que pueda existir un riesgo elevado para la salud humana y el medio ambiente, entre otras cosas, a través de la cadena alimentaria y para los suelos;
 - c) Consideración de la enmienda de la entrada A4110 en el anexo VIII del Convenio de Basilea, relacionada con los PCDD y los PCDF, y otras entradas pertinentes relacionadas con plaguicidas que sean contaminantes orgánicos persistentes y el DDT, a fin de incluir un nivel de concentración para esos contaminantes orgánicos persistentes;
8. *Invita* a las Partes y otras entidades a que presenten observaciones a la secretaría, a más tardar el 31 de marzo de 2007, sobre las cuestiones mencionadas en los apartados b) y c) del párrafo 7 *supra*;
9. *Decide* prorrogar el mandato del pequeño grupo de trabajo entre períodos de sesiones, establecido en la decisión OEWG I/14, parr. 9, para que continúe supervisando el examen y actualización, según proceda, de las directrices técnicas relativas a contaminantes orgánicos persistentes, y prestando ayuda a esas actividades, sirviéndose, sobre todo de medios electrónicos para su trabajo;
10. *Pide* al pequeño grupo de trabajo entre períodos de sesiones que considere las observaciones mencionadas en el párrafo 8 *supra* y que presente sus resultados, por conducto de la secretaría, al Grupo de Trabajo de composición abierta, para su examen;
11. *Acoge* con agrado el hecho de que los órganos del Convenio de Estocolmo estén considerando las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales en relación con los contaminantes orgánicos persistentes producidos de forma no intencional, incluidas las tecnologías más recientes para la destrucción y la transformación irreversible enumeradas en las directrices técnicas generales, e invita a expertos del Convenio de Basilea a que contribuyan a esa labor.

Anexo II

Actualización de las directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos (COP)

Índice

	Página
I. Introducción	10
A. Ámbito	10
B. Generalidades sobre los COP	11
II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo	11
A. Convenio de Basilea	11
1. Disposiciones generales	11
2. Disposiciones relativas a los COP	12
a) PCB, PCT y PBB	13
b) Plaguicidas que son COP, con inclusión de aldrina, clordano, DDT, dieldrina, endrina, HCB, heptacloro, mirex y toxafeno	13
c) PCDD y PCDF	14
B. Convenio de Estocolmo	14
1. Disposiciones generales	14
2. Disposiciones relativas a los desechos	14
III. Elementos sujetos al Convenio de Estocolmo que deben abordarse en cooperación con el Convenio de Basilea	17
A. Bajo contenido de COP	17
B. Niveles de destrucción y transformación irreversible	18
C. Métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional	18
IV. Orientaciones sobre el manejo ambientalmente racional (GAR)	19
A. Consideraciones generales	19
1. Convenio de Basilea	16
2. Convenio de Estocolmo	20
3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	20
B. Marco legislativo y reglamentario	20
1. Fechas para la eliminación de la producción y el uso de los COP	21
2. Requisitos relativos a los movimientos transfronterizos	21
3. Especificaciones para contenedores, equipo, contenedores para graneles y lugares de almacenamientos que contengan COP	21
4. Salud y seguridad	12
5. Especificación de métodos analíticos y de muestreo aceptables para los COP	22
6. Requisitos para las instalaciones de tratamiento y eliminación de desechos peligrosos	23
7. Requisitos generales para la participación del público	23
8. Lugares contaminados	23
9. Otros controles legislativos	23
C. Prevención y reducción al mínimo de desechos	23
D. Determinación e inventarios	24
1. Determinación	24
2. Inventarios	24
E. Muestreo, análisis y vigilancia	24
1. Muestreo	24
2. Análisis	28
3. Vigilancia	29
F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento ..	20
1. Manipulación	30
2. Recolección	30
3. Embalaje	31
4. Etiquetado	32
5. Transporte	32
6. Almacenamiento	32
G. Eliminación ambientalmente racional	34
1. Tratamiento previo	34
a) Adsorción y absorción	34
b) Deseccación	34
c) Separación mecánica	34

	d)	Mezcla	34
	e)	Separación de aceite y agua	35
	f)	Ajuste del pH	35
	g)	Reducción del tamaño	35
	h)	Lavado con disolventes	35
	i)	Desorción térmica	35
	2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible	35
	a)	Reducción por metal alcalino	36
	b)	Descomposición catalizada por bases (DCB)	37
	c)	Hidrodecloración catalítica (HDC)	39
	d)	Coincineración en horno de cemento	40
	e)	Reducción química en fase gaseosa (RQFG)	42
	f)	Incineración de desechos peligrosos	41
	g)	Reacción de decloración fotoquímica (DFQ) y reacción de decloración catalítica (DC)	45
	h)	Arco de plasma	46
	i)	Método del terc-butoxido de potasio	48
	j)	Oxidación en agua supercrítica (OASC) y oxidación en agua subcrítica	49
	3.	Otros métodos de eliminación cuando ni la destrucción ni la transformación irreversible no representan la opción ambientalmente preferible	53
	a)	Vertederos especialmente diseñados	54
	b)	Almacenamiento permanente en minas y formaciones subterráneas ..	55
	4.	Otros métodos de eliminación cuando el contenido de COP es bajo	55
H.		Saneamiento de los emplazamientos contaminados	55
	1.	Determinación de los emplazamientos contaminados	55
	2.	Saneamiento ambientalmente racional	56
I.		Salud y seguridad	56
	1.	Situaciones de mayor riesgo	56
	2.	Situaciones de menor riesgo	57
J.		Respuesta en casos de emergencia	58
K.		Participación del público	59
Anexos			
I.		Instrumentos internacionales	60
II.		Ejemplos de legislaciones nacionales pertinentes	61
III.		Métodos analíticos seleccionados para COP	64
IV.		Economía de los métodos de destrucción y transformación irreversible	67
V.		Bibliografía	69

Abreviaturas y siglas

AIP	alcohol isopropílico
AOAC	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales
ASTM	Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales
CEPE	Comisión Económica para Europa
COP	contaminantes orgánicos persistentes
CSIRO	Commonwealth Scientific Industrial Research Organization Australia
DC	decoloración catalítica
DCB	descomposición catalizada por bases
DDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis (4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano)
DFQ	decoloración fotoquímica
ED	eficiencia de destrucción
EDE	eficiencia destrucción-eliminación
EPA	Agencia para la Protección del Medio Ambiente (Estados Unidos de América)
EQT	equivalente de toxicidad
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
HCB	hexaclorobenceno
HCI	cloruro de hidrógeno
HDC	hidrodecoloración catalítica
IATA	Asociación del Transporte Aéreo Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización
MNF	metales no ferrosos
MPA	mejores prácticas ambientales
MTD	mejores técnicas disponibles
NaOH	hidróxido de sodio
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OASC	oxidación en agua supercrítica
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OMI	Organización Marítima Internacional
PBB	bifenil polibromado
PCB	bifenil policlorado
PCDD	dibenzo-p-dioxinas policloradas
PCDF	dibenzofuranos policlorados
PCN	naftaleno policlorado
PCT	terfenil policlorado
Pd/C	paladio sobre carbono
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PTL	procesador de reducción térmica por lotes
RQFG	reducción química en fase gaseosa
SPDL	sistema de precalentador de desechos líquidos
t-BuOK	terc-butoxido de potasio

Unidades de medida

°C	grados centígrados
mg/kg	miligramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por millón (ppm)
µg	microgramo
µg/kg	microgramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por mil millones (ppb)
ng/kg	nanogramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por billón (ppt)
Mg	megagramo (1.000 kg o 1 tonelada)
Kg	kilogramo
Mg	miligramo
Ng	nanogramo
Nm ³	metro cúbico normal; se refiere a gas seco, 101,3 kPa y 273,15 K
k J/g	kilojulio por gramo
kW	kilovatio
kWh	kilovatio – hora
MJ	megajulio
Millón	10 ⁶
mil millones	10 ⁹
Billón	10 ¹²
Ppm	partes por millón
Ppb	partes por mil millones
Ppt	partes por billón

I. Introducción

A. Ámbito

1. Estas directrices técnicas generales ofrecen orientación para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos, de conformidad con las decisiones IV/17, V/26, VI/23, VII/13 y I/16 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, I/4, II/10, III/8, IV/11 y V/12 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea, con la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, con las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes y con las decisiones SC-1/21 y SC-2/6 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo.

2. Se han elaborado, o se elaborarán, directrices técnicas específicas sobre cada una de las categorías de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos que figuran a continuación:

a) Bifenilos policlorados (PCB); estas directrices técnicas incluyen también los terfenilos policlorados (PCT) y los bifenilos polibromados (PBB) que son objeto del Convenio de Basilea pero que no son COP objeto del Convenio de Estocolmo;

b) Plaguicidas que son COP, aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mírex y toxafeno y HCB como producto químico industrial¹;

c) 1,1,1-Tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT);

d) Dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF), así como PCB, y HCB producidos de forma no intencional.

3. Las orientaciones que figuran en este documento tienen por finalidad proporcionar una orientación general independiente, así como lo que podría denominarse una orientación de carácter “totalmente general” para que se utilicen conjuntamente con las directrices técnicas específicas.

4. A esos fines, estas directrices técnicas generales proporcionan:

a) Orientaciones generales sobre el manejo de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; y

b) Un marco para abordar las cuestiones a que se hace referencia en el párrafo 2 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo (véase la subsección 2 de la sección B del capítulo II de las presentes directrices, sobre disposiciones del Convenio de Estocolmo relativas a los desechos).

5. Las consideraciones relativas a la eliminación ambientalmente racional de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos expuestas en estas directrices incluyen el tratamiento previo dada su posible importancia para determinar el método de eliminación. Las directrices proporcionan también orientación sobre la reducción o la eliminación de liberaciones en el medio ambiente procedentes de los procesos de eliminación y tratamiento de desechos.

6. Cabe señalar que la orientación sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) y las mejores prácticas ambientales (MPA) en la medida en que son aplicables a la prevención o la minimización de la formación y liberación no intencional de COP de fuentes antropógenas enumeradas en el anexo C del Convenio de Estocolmo, figura en el citado Convenio y cabe señalar también que existe un proyecto de directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales en relación con el artículo 5 y el anexo C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. El Grupo de expertos en mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales del Convenio de Estocolmo dio forma final a esas directrices en noviembre de 2006. Se prevé que la conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo aprobará una versión definitiva de las directrices en su tercera reunión, que se celebrará a mediados de 2007.

¹ El HCB se ha incluido en la lista tres veces para reflejar su triple condición de producto químico industrial, plaguicida (fungicida) y COP producido de forma no intencional.

B. Generalidades sobre los COP²

7. La mayor parte de las cantidades de COP son de origen antropógeno. Ciertas cantidades de algunos COP, como por ejemplo los enumerados en el anexo C del Convenio de Estocolmo, se producen también en procesos naturales.
8. Las características de los COP (toxicidad, persistencia y bioacumulación), su potencial de transporte a larga distancia y su presencia en todos los ecosistemas del mundo y en los seres humanos fueron el móvil para la creación del Convenio de Estocolmo. Asimismo, como se señala en la subsección 2 de la sección A del capítulo II *infra*, los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos están incluidos como desechos en los anexos I y VIII del Convenio de Basilea.
9. El tratamiento o la eliminación incorrectos de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos pueden dar origen a liberaciones de COP. Además, algunas tecnologías de eliminación pueden propiciar la formación y liberación no intencional de COP.

II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo

10. Además de los convenios de Basilea y Estocolmo existen otros instrumentos internacionales relativos a los COP. En el anexo I figura una lista de esos instrumentos.

A. Convenio de Basilea

1. Disposiciones generales

11. El Convenio de Basilea, que entró en vigor el 5 de mayo de 1992, estipula que cualquier movimiento transfronterizo de desechos (exportación, importación o tránsito) se permite únicamente cuando el propio movimiento y la eliminación de los desechos peligrosos u otros desechos de que se trate se hace de forma ambientalmente racional.
12. En el párrafo 1 del artículo 2 (“Definiciones”) del Convenio de Basilea se indica que “por desechos se entienden las sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional”. En el párrafo de ese artículo 4 se indica que por “eliminación se entiende cualquiera de las operaciones especificadas en el anexo IV” del Convenio. En el párrafo 8 se indica que por manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos o de otros desechos se entiende “la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que puedan derivarse de tales desechos”.
13. En el párrafo 1 del artículo 4 (“Obligaciones generales”) se establece el procedimiento mediante el que las Partes al ejercer su derecho de prohibir la importación de desechos peligrosos u otros desechos para su eliminación comunicarán a las otras Partes de su decisión. En el apartado a) del párrafo 1 se indica que: “las Partes que ejerzan su derecho a prohibir la importación de desechos peligrosos y otros desechos para su eliminación, comunicarán a las demás Partes de su decisión de conformidad con el artículo 13.” En el apartado b) del párrafo 1 se indica que: “las Partes prohibirán o no permitirán la exportación de desechos peligrosos u otros desechos a las Partes que hayan prohibido la importación de esos desechos, cuando dicha prohibición se les haya comunicado de conformidad con el apartado a)”.
14. Los apartados a) a d) del párrafo 2 del artículo 4 contienen disposiciones fundamentales del Convenio de Basilea relativas a la manejo ambientalmente racional, la reducción al mínimo de desechos y prácticas de eliminación de desechos que mitigan los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente:

“Cada Parte tomará las medidas apropiadas para:

- a) Reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y de otros tipos de desechos en ella, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos;

² Existe información adicional sobre las características de los COP procedente de varias fuentes como la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, el Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra y el Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas de la Organización Mundial de la Salud (1995) (véase el anexo V, Bibliografía del presente documento).

b) Establecer instalaciones adecuadas de eliminación para el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos, cualquiera que sea el lugar donde se efectúa su eliminación que, en la medida de lo posible, estará situado dentro de ella.

c) Velar por que las personas que participan en el manejo de los desechos peligrosos y otros desechos dentro de ella adopten las medidas necesarias para impedir que ese manejo dé lugar a una contaminación y, en caso de que se produzca ésta, para reducir al mínimo sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiente;

d) Velar por que el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos y otros desechos se reduzca al mínimo compatible con un manejo ambientalmente racional y eficiente de esos desechos, y que se lleve a cabo de forma que protejan la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos que puedan derivarse de ese movimiento.”

2. Disposiciones relativas a los COP

15. En el artículo 1 (“Alcance del Convenio”) se definen los tipos de desechos sujetos al Convenio de Basilea. El apartado a) de ese artículo se expone un proceso de dos etapas para determinar si un “desecho” es un “desecho peligroso” sujeto al Convenio: en primer lugar, un desecho debe pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio (“Categorías de desechos que hay que controlar”) y, en segundo lugar, el desecho debe poseer al menos una de las características descritas en el anexo III del Convenio (“Lista de características peligrosas”).

16. Entre los tipos de desechos descritos en el anexo I que pueden consistir en COP o que puedan contenerlos o estar contaminados con ellos cabe citar:

- Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos
- Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos
- Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos
- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico las operaciones de temple
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
- Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
- Y13 Desechos resultantes de la producción y utilización de resinas, látex, plastificantes, colas y adhesivos
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- Y16 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos
- Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
- Y39 Fenoles; compuestos fenólicos con inclusión de clorofenoles
- Y40 Éteres

- Y41 Solventes orgánicos halogenados
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas
- Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

17. Los PCDD y los PCDF, por ejemplo, pueden producirse de forma no intencional durante la producción de clorofenoles que se hayan utilizado para la preservación de la madera, pinturas y colas, así como durante la fabricación de otros productos químicos y plaguicidas. Los PCDD y PCDF pueden encontrarse también en escorias y cenizas volantes producidas durante operaciones de eliminación de desechos industriales. Varios de los plaguicidas que son COP se han utilizado o se están utilizando como biocidas. Los PCB han tenido un uso generalizado en el pasado en aditivos para pinturas, adhesivos y plásticos. Los HCB se han utilizado como un producto intermedio o un aditivo en diversos procesos de fabricación, incluida la producción de caucho sintético, pirotecnia y municiones, tintes y pentaclorofenol. Además, se sabe que tanto los PCB como los HCB se forman mediante los mismos procesos que dan lugar a los PCDD y los PCDF.

18. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I poseen una o más de las características peligrosas descritas en el anexo III, que pueden incluir la H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)”; la H12 “Ecotóxicos”; y la H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos” a menos que, por medio de “ensayos nacionales” pueda probarse que no poseen esas características. Los ensayos nacionales pueden ser útiles para determinar una característica peligrosa concreta enumerada en el anexo III hasta el momento en que se defina plenamente la característica peligrosa. Actualmente se están elaborando, en el contexto del Convenio de Basilea, los documentos de orientación correspondientes a cada característica peligrosa enumerada en el anexo III.

19. En la lista A del anexo VIII del Convenio se describen desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del presente Convenio” aunque “su inclusión en el anexo VIII no obsta para que se use el anexo III característica de peligro) para demostrar que un desecho no es peligroso” (párrafo b) del anexo I). La Lista B del anexo IX incluye desechos que no están sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del presente Convenio, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III. En particular, las características de los desechos incluidos en el anexo VIII que figuran a continuación se aplican los COP:

a) PCB, PCT y PBB

A 1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos³ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B1110)⁴

A3180 Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg⁵

b) Plaguicidas que son COP, con inclusión de aldrina, clordano, DDT, dieldrina, endrina, HCB, heptacloro, mirex y toxafeno;

A4030 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que

³ En esta categoría no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

⁴ El nivel de concentración de los PCB de 50 mg/kg o más.

⁵ Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. Sin embargo, muchos países han establecido en sus normas niveles más bajos (por ejemplo, 20 mg/kg) para determinados desechos.

no respondan a las especificaciones, caducados⁶, o no aptos para el uso previsto originalmente

c) PCDD y PCDF

A4110 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas

20. La Lista A del anexo VIII incluye varios desechos o categorías de desechos que tienen el potencial de contener COP o estar contaminados con ellos, a saber:

A1090 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos

A1100 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre

A2040 Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2080)

A2060 Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2050)

A3020 Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados

A3040 Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)

A3050 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B B4020)

A3070 Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de fango

A3090 Desechos de cuero en forma de polvo, cenizas, fangos y harinas que contengan compuestos de plomo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3100)

A3100 Raeduras y otros desechos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3090)

A3110 Desechos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas o sustancias infecciosas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3110)

A3120 Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento

A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados

A3160 Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos

A4010 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B

A4020 Desechos clínicos y afines; es decir desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación

A4040 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos⁷ para la preservación de la madera

⁶ Caducados significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

⁷ Esta categoría no incluye la madera tratada con preservantes químicos.

- A4070 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010)
- A4100 Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B
- A4130 Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III
- A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados⁸ correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
- A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- A4160 Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060)

21. Como se expone en el apartado b) del párrafo 1 del artículo 1, “Los desechos no incluidos en el apartado a), pero definidos o considerados peligrosos por la legislación interna de la Parte que sea Estado de exportación, de importación o de tránsito” están también sujetos al Convenio de Basilea.

B. Convenio de Estocolmo

1. Disposiciones generales

22. El objetivo del Convenio de Estocolmo, que entró en vigor el 17 de mayo de 2004, se expone en el artículo 1 (“Objetivo”): “Teniendo presente el enfoque de precaución consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo del presente Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes”.

23. En el Convenio de Estocolmo se establece una diferencia entre dos categorías de COP:

- a) COP producidos intencionalmente, cuya producción y utilización deberán ser:
 - i) Eliminadas de conformidad con las disposiciones del anexo A; o
 - ii) Restringidas conforme a las disposiciones del anexo B;

b) COP producidos de forma no intencional, respecto de los cuales se estipula que las Partes deberán adoptar las medidas descritas para reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas, con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente.

24. El párrafo 1 del artículo 7 (“Planes de aplicación”) del Convenio estipula que cada Parte:

- “a) Elaborará un plan para el cumplimiento de sus obligaciones emanadas del presente Convenio y se esforzará en aplicarlo;
- b) Transmitirá su plan de aplicación a la Conferencia de las Partes dentro de un plazo de dos años a partir de la fecha en que el presente Convenio entre en vigor para dicha Parte; y
- c) Revisará y actualizará, según corresponda, su plan de aplicación a intervalos periódicos y de la manera que determine una decisión de la Conferencia de las Partes.”

2. Disposiciones relativas a los desechos

25. El artículo 6 (“Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y desechos”) establece las disposiciones relativas a los desechos como sigue:

- “1. Con el fin de garantizar que las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos, así como los desechos, incluidos los productos y artículos cuando se conviertan en desechos, que consistan

⁸ “Caducados” significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

en un producto químico incluido en el anexo A, B o C o que contengan dicho producto químico o estén contaminadas con él, se gestionen de manera que se proteja la salud humana y el medio ambiente, cada Parte:

- a) Elaborará estrategias apropiadas para determinar:
 - i) Las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos; y
 - ii) Los productos y artículos en uso, así como los desechos, que consistan en un producto químico incluido en el anexo A, B, o C, que contengan dicho producto químico o estén contaminados con él.
- b) Determinará, en la medida de lo posible, las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos, sobre la base de las estrategias a que se hace referencia en el apartado a);
- c) Gestionará, cuando proceda, las existencias de manera segura, eficiente y ambientalmente racional. Las existencias de productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, cuando ya no se permita utilizarlas en virtud de una exención específica estipulada en el anexo A o una exención específica o finalidad aceptable estipulada en el anexo B, a excepción de las existencias cuya exportación esté autorizada de conformidad con el párrafo 2 del artículo 3, se considerarán desechos y se gestionarán de acuerdo con el apartado d);
- d) Adoptará las medidas adecuadas para que esos desechos, incluidos los productos y artículos, cuando se conviertan en desechos:
 - i) Se gestionen, recojan, transporten y almacenen de manera ambientalmente racional;
 - ii) Se eliminen de un modo tal que el contenido del contaminante orgánico persistente se destruya o se transforme en forma irreversible de manera que no presenten las características de contaminante orgánico persistente o, de no ser así, se eliminen en forma ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no represente la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente o su contenido de contaminante orgánico persistente sea bajo, teniendo en cuenta las reglas, normas, y directrices internacionales, incluidas las que puedan elaborarse de acuerdo con el párrafo 2, y los regímenes mundiales y regionales pertinentes que rigen el manejo de los desechos peligrosos;
 - iii) No estén autorizados a ser objeto de operaciones de eliminación que puedan dar lugar a la recuperación, reciclado, regeneración, reutilización directa o usos alternativos de los contaminantes orgánicos persistentes; y
 - iv) No sean transportados a través de las fronteras internacionales sin tener en cuenta las reglas, normas y directrices internacionales;
- e) Se esforzará por elaborar estrategias adecuadas para identificar los sitios contaminados con productos químicos incluidos en el anexo A, B o C; y en caso de que se realice el saneamiento de esos sitios, ello deberá efectuarse de manera ambientalmente racional.

2. La Conferencia de las Partes, cooperará estrechamente con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, para, entre otras cosas:

- a) Fijar niveles de destrucción y transformación irreversible necesarios para garantizar que no se exhiban las características de contaminantes orgánicos persistentes especificadas en el párrafo 1 del anexo D;
- b) Determinar los métodos que constituyan la eliminación ambientalmente racional a que se hace referencia anteriormente; y
- c) Adoptar medidas para establecer, cuando proceda, los niveles de concentración de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C para definir el bajo

contenido de contaminante orgánico persistente a que se hace referencia en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1”.

26. En el inciso i) del apartado a) del párrafo 2 del artículo 3, relativo a las importaciones, se estipula que: “Cada Parte adoptará medidas para velar por que un producto químico incluido en el anexo A o en el anexo B, se importe únicamente para fines de su eliminación ambientalmente racional con arreglo a las disposiciones del apartado d) del párrafo 1 del artículo 6”. Análogamente, en el inciso i) del apartado b) del párrafo 2, del artículo 3, se estipula que: “Cada Parte adoptará medidas para velar por que un producto químico incluido en el anexo A, respecto del cual está en vigor una exención específica para la producción o utilización, o un producto químico incluido en la lista del anexo B, respecto del cual está en vigor una exención específica para la producción o utilización en una finalidad aceptable, teniendo en cuenta las disposiciones de los instrumentos internacionales de consentimiento fundamentado previo existentes, se exporte únicamente para fines de su eliminación ambientalmente racional con arreglo a las disposiciones del inciso d) del párrafo 1 del artículo 6.”

27. En la Parte II del Anexo C se enumeran las categorías de fuentes industriales que tienen un potencial de formación y liberación al medio ambiente relativamente elevado de COP enumerados en el anexo C. En la Parte III se enumeran las categorías de fuentes que pueden también producir y liberar COP en forma no intencionada. La Parte V contiene orientaciones generales sobre las MTD y las MPA.

III. Elementos sujetos al Convenio de Estocolmo que deben abordarse en cooperación con el Convenio de Basilea

A. Bajo contenido de COP

28. Como se estipula en el inciso c) del párrafo 2 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo, la Conferencia de las Partes, cooperará estrechamente con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea para adoptar medidas para establecer, cuando proceda, los niveles de concentración de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C para definir el bajo contenido de contaminante orgánico persistente a que se hace referencia en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1”. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos en un volumen superior al bajo contenido de COP, deberán, con arreglo a lo dispuesto en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1 del artículo 6, eliminarse de un modo tal que el contenido del contaminante orgánico persistente se destruya o se transforme en forma irreversible de manera que no presenten las características de contaminante orgánico persistente o, de no ser así, eliminarse en forma ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no representen la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente.

29. Teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) La eliminación de desechos con un alto contenido de COP, incluidas las existencias de desechos, debería ser una prioridad;
- b) La disponibilidad de capacidad para el tratamiento;
- c) Los valores límite con arreglo a la legislación nacional son pertinentes;
- d) La disponibilidad de métodos analíticos; y
- e) La falta de conocimientos y datos;

se deberán aplicar las definiciones provisionales para bajo contenido de COP siguientes:

- a) PCB: 50 [mg/kg]⁹;
- b) PCDD y PCDF: 15 µg EQT/kg¹⁰; y
- c) Aldrina, clordano, DDT, dieldrina, endrina, heptacloro, HCB, mírex y toxafeno: 50 mg/kg para cada uno¹¹.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

⁹ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

¹⁰ EQT a que se hace referencia en el párrafo 2 de la Parte IV del anexo C del Convenio de Estocolmo, con exclusión de PCB coplanares.

¹¹ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

30. Teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Tanto la eficiencia de destrucción¹² (ED) como la eficiencia de remoción de la destrucción¹³ (ERD) son funciones del contenido inicial de COP y no previenen la formación de COP producidos de forma no intencional durante la destrucción o transformación irreversibles;
- b) ED es criterio importante para ayudar a evaluar tecnologías de destrucción y transformación irreversible, pero puede resultar difícil hacer mediciones comparables y reproducibles, especialmente de forma habitual;
- c) La ERD considera únicamente las emisiones en la atmósfera;
- d) MTD y las MPA establecen condiciones de diseño y operación seguras, incluida la eficacia de destrucción prevista en circunstancias particulares para cada tecnología;
- e) No se han determinado las MTD ni las MPA respecto de todos los métodos de eliminación;
- f) La existencia de legislación interna y reglamentaciones internacionales normas y directrices pertinentes; y
- g) La falta de conocimientos y datos;

se deberían aplicar las definiciones provisionales siguientes para niveles de destrucción y transformación irreversible, sobre la base de niveles absolutos (por ejemplo, volumen corriente de desechos procesos de tratamiento):

- a) Emisiones en la atmósfera:

PCDD y PCDF: 0,1 ng EQT/Nm³,¹⁴

Todos los demás COP: legislación interna y reglamentación, normas y directrices internacionales pertinentes, en el anexo II figuran ejemplos de legislación nacional pertinente;

- b) Emisiones acuosas: legislación interna reglamentación, normas y directrices internacionales pertinentes, en el anexo II figuran ejemplos de legislación nacional pertinente;

- c) Residuos sólidos: el contenido de COP deberá ser inferiores al bajo contenido de COP definido en la sección A, *supra*, de este capítulo. No obstante, si el contenido de COP de PCDD/PCDF producidos de forma no intencional es superior al de la definición de bajo contenido de COP que figura en la sección A, los residuos sólidos deben tratarse conforme a la sección G del capítulo IV.

Además, las tecnologías de destrucción y transformación irreversible deberían aplicarse conforme a las MTD y las MPA.

C. Métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional

31. En la sección G del capítulo IV, *infra*, figura una descripción de los métodos que se considera constituyen la eliminación ambientalmente racional de desechos consistentes en COP, que los contienen o estén contaminados con ellos.

¹² Calculada sobre la base de la masa del contenido de COP del desecho, menos la masa del contenido restante de COP en los residuos gaseosos, líquidos y sólidos, dividida por la masa del contenido de COP del desecho; es decir, ED = (contenido de COP del desecho – contenido de COP del gas, líquido y sólido residual) / contenido de COP del desecho.

¹³ Calculada sobre la base de la masa del contenido de COP del desecho, menos la masa del contenido restante de COP en los residuos gaseosos (gases de combustión), dividida por la masa del contenido de COP de los desechos; es decir, ERD = (contenido de COP del desecho – contenido de COP del gas residual) / contenido de COP del desecho.

¹⁴ Equivalente tóxico según el párrafo 2 de la Parte IV del anexo C del Convenio de Estocolmo, pero sólo para los PCDD y PCDF. Nm³ se refiere a gas seco, 101,3 kPa y 273,15 K. Normalizado a 11% de O₂.

IV. Orientaciones sobre el manejo ambientalmente racional (GAR)

A. Consideraciones generales

32. La GAR es un concepto normativo amplio que aún no cuenta con una clara definición universal. Ahora bien, las disposiciones relativas a la GAR en cuanto a los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos (y más generalmente, las relativas a los desechos peligrosos) en el marco del Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo, y de los elementos básicos de su comportamiento según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (que se analizan en las tres subsecciones siguientes), proporcionan un concepto internacional que también apoya la labor relacionada con la GAR que se está llevando a cabo en diferentes países y entre los sectores industriales.

1. Convenio de Basilea

33. Conforme al párrafo 8 del artículo 2 del Convenio de Basilea, por manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos o de otros desechos "se entiende la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales efectos".

34. En el apartado b) del párrafo 2 del artículo 4 del Convenio se exige que cada Parte tome las medidas apropiadas a fin de "establecer instalaciones adecuadas de eliminación para el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos, cualquiera que sea el lugar donde se efectúa su eliminación que, en la medida de lo posible, estará situado dentro de ella," y en el apartado c) de dicho párrafo se exige a cada Parte "velar por que las personas que participen en el manejo los desechos peligrosos y otros desechos dentro de ella adopten las medidas necesarias para impedir que ese manejo dé lugar a una contaminación y, en caso de que se produzca ésta, para reducir al mínimo sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiente".

35. En el párrafo 8 del artículo 4 del Convenio se estipula que "Toda Parte exigirá que los desechos peligrosos y otros desechos, que se vayan a exportar, sean manejados de manera ambientalmente racional en el Estado de importación y en los demás lugares. En su primera reunión, las Partes adoptarán directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos sometidos a este Convenio". El objetivo de esas directrices técnicas y de las directrices técnicas específicas es proporcionar una definición más precisa de la GAR en el contexto de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, incluidos los métodos de tratamiento y eliminación adecuados para esas corrientes de desechos.

36. En el Documento marco sobre la preparación de directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos sujetos al Convenio de Basilea, de 1994¹⁵, se expusieron en detalle diversos principios clave con respecto a la GAR de los desechos.

37. Para lograr el manejo ambientalmente racional de los desechos, en el Documento Marco se recomienda que se cumplan algunas condiciones jurídicas, institucionales y técnicas (criterios del manejo ambientalmente racional), en particular, que:

- a) Una infraestructura de reglamentación y coerción vele por el cumplimiento de las normas correspondientes;
- b) Los emplazamientos o instalaciones cuenten con una autorización y un grado adecuado de tecnología y control de la contaminación para manipular los desechos peligrosos en la forma prevista, en particular teniendo en cuenta el nivel tecnológico y de control de la contaminación en el país de exportación;
- c) Se exige, según proceda, que los operadores de los emplazamientos o las instalaciones donde se manejan desechos peligrosos vigilen los efectos de esas actividades;
- d) Se adopten medidas adecuadas en los casos en que la labor de vigilancia indique que el manejo de desechos peligrosos ha provocado emisiones inaceptables; y
- e) Las personas encargadas del manejo de los desechos peligrosos sean capaces y estén debidamente capacitadas para desempeñar sus funciones.

¹⁵ Véase el Convenio de Basilea de 1994 que figura en el anexo V, Bibliografía.

38. La GAR también es tema de la Declaración de Basilea sobre el manejo ambientalmente racional, adoptada en 1999 durante la quinta reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea. En la Declaración las Partes convinieron en mejorar y vigorizar sus esfuerzos y colaboración para lograr el manejo ambientalmente racional, en particular, mediante la prevención, la reducción al mínimo, el reciclado, la recuperación y la eliminación de los desechos peligrosos y de otro tipo sujetos al Convenio de Basilea, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos; y la disminución en aún mayor medida de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos sujetos al Convenio de Basilea.

39. En la Declaración se afirma que, en este contexto, deben llevarse a cabo ciertas actividades como:

- a) La determinación y cuantificación de los tipos de desechos que se generan al nivel nacional;
- b) El enfoque de mejores prácticas para evitar o reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y reducir su toxicidad, por ejemplo, el uso de métodos o enfoques de producción menos contaminante; y
- c) La utilización de emplazamientos o instalaciones declarados ambientalmente racionales para el manejo de desechos y, en particular, desechos peligrosos.

2. Convenio de Estocolmo

40. En el Convenio de Estocolmo no se define el término “manejo ambientalmente racional”. La Conferencia de las Partes, en colaboración con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea¹⁶, determinará los métodos ambientalmente racionales para la eliminación de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

41. La OCDE ha adoptado una recomendación sobre la GAR de desechos que incluye, entre otras cosas elementos básicos de funcionamiento de las directrices de la GAR que se aplican a las instalaciones de recuperación de desechos, incluidos los elementos de funcionamiento que preceden a la recogida, el transporte, el tratamiento y el almacenamiento, así como los elementos posteriores al almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la eliminación de los residuos pertinentes¹⁷.

42. Los elementos básicos del funcionamiento son que la instalación cuente con:

- a) Un sistema de manejo ambientalmente racional aplicable;
- b) Medidas suficientes que permitan salvaguardar la salud y la seguridad ocupacional y ambiental;
- c) Un programa adecuado de vigilancia, registro y presentación de informes;
- d) Un programa de capacitación acertado y adecuado para su personal;
- e) Un plan de emergencia adecuado; y
- f) Un plan adecuado para el cierre y la atención posterior al cierre.

B. Marco legislativo y reglamentario

43. Las Partes en el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo deberán examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales para cerciorarse de que se ajusten a los convenios y a las obligaciones contraídas en virtud de ellos, incluidas las relativas a la GAR de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

44. La mayoría de los países ya cuentan con algún tipo de legislación que estipula principios, facultades y derechos amplios de protección ambiental. Hipotéticamente, el derecho ambiental del país deberá incluir requisitos para la protección de la salud humana y el medio ambiente. Esa legislación facultativa puede habilitar al gobierno para promulgar normas y reglamentaciones específicas, realizar inspecciones y hacer cumplir la normativa, y establecer sanciones para las transgresiones.

¹⁶ Las Partes deberán consultar Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), 2003 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁷ Véase OCDE 2004 en el anexo V, Bibliografía.

45. Dicha legislación relativa a los desechos peligrosos debería definirlos también e incluir en la definición los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos con un contenido superior al bajo contenido de COP, al que se hace referencia en la sección A del capítulo III. Los textos legislativos podrían definir la GAR y exigir la adhesión a sus principios, velando por que los países cumplan las disposiciones relativas a la GAR de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, e incluso su eliminación ambientalmente racional, como se describe en las presentes directrices y el Convenio de Estocolmo. A continuación se analizan los componentes o características específicos de un marco reglamentario que se ajustaría a los requisitos del Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo y otros acuerdos internacionales¹⁸.

1. Fechas para la eliminación de la producción y el uso de los COP

46. Los textos legislativos deberían establecer un vínculo entre las fechas para la eliminación de la producción y el uso¹⁹ de una sustancia COP (en especial en productos y artículos) y la eliminación de los COP una vez que se conviertan en desechos. Se debe incluir un plazo límite para la eliminación de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, a fin de impedir la creación de reservas masivas sin una fecha clara para su eliminación.

2. Requisitos relativos a los movimientos transfronterizos²⁰

47. Los desechos peligrosos y otros tipos de desechos deberán eliminarse en el país en que se produjeron, siempre que sea compatible con su GAR. Sólo se permiten los movimientos transfronterizos de esos desechos cuando:

- a) Se realizan en condiciones que no ponen en peligro la salud humana ni el medio ambiente;
- b) Las exportaciones se manejan de manera ambientalmente racional en el país de importación u otro país;
- c) El país de exportación no cuenta con la capacidad técnica ni las instalaciones necesarias para la eliminación de los desechos en cuestión de una manera ambientalmente racional y eficiente;
- d) Los desechos pertinentes se requieran como materia prima para las industrias de reciclado o recuperación en el país de importación; o
- e) Los movimientos transfronterizos pertinentes se ajusten a otros criterios que decidan las Partes.

48. Cualesquiera movimientos transfronterizos de desechos peligrosos u otros tipos de desechos están sujetos a notificación previa por escrito del país de exportación y al consentimiento previo por escrito de los países de importación y de tránsito. Las Partes prohibirán la exportación de desechos peligrosos y otros tipos de desechos si el país de importación prohíbe la importación de esos desechos. El Convenio de Basilea también exige que se brinde información relativa a cualquier movimiento transfronterizo previsto utilizando el formulario de notificación aceptado, y que el envío aprobado vaya acompañado del documento de movimiento desde el punto en que comienza el movimiento transfronterizo hasta el punto de eliminación.

49. Además, los desechos peligrosos y otros tipos de desechos objeto de movimientos transfronterizos se embalarán, etiquetarán y transportarán de conformidad con los reglamentos y las normas internacionales²¹.

¹⁸ En los siguientes documentos figura orientación adicional sobre los marcos reglamentarios del Convenio de Basilea: Modelo de Legislación Nacional sobre la gestión de desechos peligrosos y otros desechos, así como sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos y su eliminación (UNEP, 1995a), Convenio de Basilea: Manual de Aplicación (UNEP, 1995b) y Convenio de Basilea: Guía para el Sistema de Control (UNEP, 1998a). Las Partes en el Convenio de Estocolmo deben consultar también la *Guía para la elaboración de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo* (UNEP, 2005). Véase el anexo V, Bibliografía.

¹⁹ Nótese que en el anexo A de las partes I y II, y en el anexo B del Convenio de Estocolmo figuran Bibliografía a la eliminación y restricción de la producción y uso de COP.

²⁰ Aplicable a las Partes en el Convenio de Basilea únicamente.

²¹ En este sentido, deben utilizarse las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas (Reglamentación Modelo) (CPENU, 2003a - Véase el anexo V, Bibliografía o versiones posteriores.

50. Cuando no se pueda completar el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros tipos de desechos al que los países pertinentes hayan dado su consentimiento, el país de exportación asegurará que los desechos correspondientes se devuelvan al país de exportación para su eliminación si no pudiesen concertarse otros arreglos. En el caso del tráfico ilícito (como se define en el párrafo 1 del artículo 9), el país de exportación velará por que los desechos correspondientes se devuelvan al país de exportación para que se eliminen o se disponga de ellos de conformidad con lo dispuesto en el Convenio de Basilea.

51. No se permiten movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y tipos de otros desechos entre un Estado Parte y un Estado no Parte en el Convenio de Basilea a menos que exista un acuerdo bilateral, multilateral o regional como se estipula en el artículo 11 del Convenio de Basilea.

3. Especificaciones para contenedores, equipo, contenedores para graneles y lugares de almacenamientos que contengan COP

52. A fin de cumplir los requisitos la GAR y las cláusulas específicas del Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo (por ejemplo, el párrafo 7 del artículo 4 del Convenio de Basilea y el párrafo 1 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo), las Partes tal vez tengan que promulgar leyes específicas en que se describan los tipos de contenedores y las zonas de almacenamiento aceptables para determinados COP²². Las Partes deberán velar por que los contenedores que se vayan a transportar hacia otro país cumplan las normas internacionales, como las establecidas por la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA), la Organización Marítima Internacional (OMI) y la Organización Internacional de Normalización (ISO).

4. Salud y seguridad²³

53. Ni el Convenio de Basilea ni el Convenio de Estocolmo exigen específicamente que las Partes cuenten con legislación relativa a la salud y la seguridad laborales. Con todo, debería adoptarse un régimen legislativo para proteger a los trabajadores de la posible exposición a los COP. Esas disposiciones deberán incluir requisitos para el correcto etiquetado de los productos y la determinación de los métodos de eliminación idóneos.

54. La mayoría de los países cuentan con disposiciones relativas a la salud y la seguridad laborales en la legislación laboral general o la legislación especializada sobre salud humana o ambiental vigentes. Las Partes deberán volver a examinar su legislación vigente para cerciorarse de que se presta una correcta atención a los COP y a la integración de los aspectos pertinentes de los acuerdos internacionales. La disciplina de la salud y seguridad laborales se encuentra relativamente bien desarrollada y se dispone de abundantes orientaciones y documentos para ayudar a la planificación y revisión de la legislación, la normativa y la orientación técnica.

55. En el apartado e) del párrafo 1 de su artículo 10 (“Información, sensibilización y formación del público”), el Convenio de Estocolmo pide a las Partes que promuevan y faciliten la capacitación de los trabajadores y del personal científico, docente, técnico y directivo. La legislación nacional en materia de salud y seguridad deberá incluir disposiciones para la manipulación y el almacenamiento en condiciones de seguridad de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

5. Especificación de métodos analíticos y de muestreo aceptables para los COP

56. Se han elaborado numerosos métodos de muestreo y analíticos diferentes para diversos fines. Solo podrán generarse datos fiables y útiles cuando se utilicen métodos de muestreo y analíticos adecuados para los desechos. Todas las Partes en los convenios de Basilea y Estocolmo deberán contar con legislación o directrices normativas concluyentes que determinen los métodos de muestreo y analíticos aceptables para cada desecho de COP, incluso sobre la forma en que se manifiesta y la matriz. Los procedimientos especificados deberán ser aceptados internacionalmente a fin de asegurar que los resultados notificados sean comparables. En la sección E del presente capítulo figura información adicional.

²² Las Partes deberán consultar las directrices de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) relativas al almacenamiento de plaguicidas y desechos de plaguicidas (FAO, 1996 - Véase el anexo V, Bibliografía).

²³ Véase también la Sección I del capítulo IV.

6. Requisitos para las instalaciones de tratamiento y eliminación de desechos peligrosos

57. La mayoría de los países cuentan con legislación que exige que las instalaciones de tratamiento y eliminación de desechos obtengan alguna forma de aprobación para comenzar el funcionamiento. En las aprobaciones se pueden estipular las condiciones específicas que deben mantenerse para que la aprobación siga siendo válida. Tal vez sea necesario añadir requisitos específicos para los desechos consistentes en COP que los contengan o estén contaminados con ellos a fin de cumplir los requisitos de la GAR y los requisitos específicos de los convenios de Basilea y Estocolmo.

7. Requisitos generales para la participación del público

58. La participación del público es un principio básico de la Declaración de Basilea sobre el manejo ambientalmente racional y muchos otros acuerdos internacionales. La participación del público de la que se trata en la sección K del capítulo IV *infra*, puede contemplarse en la legislación y las políticas.

8. Lugares contaminados

59. En la legislación pueden estipularse disposiciones que faciliten la elaboración de un inventario de sitios contaminados y el saneamiento de los sitios de una manera ambientalmente racional (apartado e) del párrafo 1 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo).

9. Otros controles legislativos

60. Entre los ejemplos de otros aspectos la gestión del ciclo de vida de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, que podrían estipularse en la legislación cabe mencionar:

- a) Disposiciones y requisitos de los emplazamientos relacionados con el almacenamiento, la manipulación, el acopio y el transporte de desechos;
- b) Requisitos relativos a la puesta fuera de servicio en particular:
 - i) Inspección antes y de la puesta fuera de servicio y durante ella;
 - ii) Procedimientos para proteger el medio ambiente y la salud de los trabajadores y de la comunidad durante la puesta fuera de servicio;
 - iii) Requisitos de los emplazamientos después de la puesta fuera de servicio;
- c) Planificación de respuesta ante situaciones de emergencia, derrames y accidentes, en particular:
 - i) Procedimientos de limpieza y las concentraciones a las que se puede llegar después de la limpieza;
 - ii) Capacitación de los trabajadores y requisitos de seguridad; y
- d) Planes de prevención, reducción al mínimo y manejo de desechos.

C. Prevención y reducción al mínimo de desechos

61. La prevención y reducción al mínimo de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, es la primera y más importante etapa de todo el proceso de la GAR de esos desechos. En el párrafo 2 del artículo 4 del Convenio de Basilea se exige a cada Parte "Reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y otros desechos, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos".

62. Entre los elementos de un programa de prevención y reducción al mínimo de los desechos cabe incluir lo siguiente:

- a) Determinación de los procesos que producen los COP de forma no intencional y determinación de si se aplican las Directrices del Convenio de Estocolmo sobre las MTD y las MPA;
- b) Determinación de los procesos que utilizan COP y producen desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos:
 - i) Determinar si las modificaciones de los procesos, incluida la modernización del equipo más antiguo, podría reducir la producción de desechos;
 - ii) Seleccionar los procesos alternativos que no están vinculados a la producción de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;

- c) Determinación de productos y artículos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos y alternativas sin COP;
- d) Reducción al mínimo del volumen de desechos producidos mediante:
 - i) La realización de operaciones de mantenimiento sistemático del equipo a fin de aumentar la eficiencia y prevenir derrames y fugas;
 - ii) La rápida contención de derrames y fugas;
 - iii) La descontaminación de contenedores y equipo con desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; y
 - iv) El aislamiento de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos a fin de impedir la contaminación de otros materiales.

63. Podría requerirse de las entidades generadoras de desechos e importantes usuarios del sector industrial (por ejemplo, formuladores de plaguicidas) de productos y artículos que contienen COP que elaboren planes de manejo de desechos. Esos planes deberían abarcar todos los desechos peligrosos, y considerar como un solo componente los consistentes en COP, que los contengan o están contaminados con ellos.

64. No es ambientalmente racional mezclar otros materiales con los desechos de un contenido de COP superior al contenido definido como bajo con el único objetivo de generar una mezcla con un contenido de COP inferior al bajo contenido definido. Con todo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes de proceder al tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficiencia del tratamiento.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

65. En el párrafo 1 del artículo 6, el Convenio de Estocolmo exige:

- a) Determinar las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B; y
- b) Elaborar estrategias apropiadas para determinar los productos y artículos en uso, así como los desechos, consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

66. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se presentan en forma sólida y líquida (acuosa, semiacuosa, a base de solventes y emulsiones) y pueden liberarse en forma de gases (gases reales, como líquido de dispersión o aerosoles, o adsorbidos en contaminantes atmosféricos).

67. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se generan fundamentalmente como resultado de las actividades humanas como, por ejemplo:

- a) Durante su fabricación intencional;
- b) Como subproductos de procesos industriales y otros procesos;
- c) Por la contaminación de materiales o del medio ambiente como resultado de accidentes o fugas que pudiesen ocurrir durante la producción, venta, utilización, puesta fuera de servicio, remoción o transferencia;
- d) Por la contaminación de materiales durante la manipulación y el uso de productos y artículos, como contenedores, ropa y, en algunos casos, equipo (respiradores, etc.) que se contaminaron por el contacto con un producto plaguicida;
- e) Cuando los productos o artículos contaminados con COP no responden a las especificaciones, pierden la aptitud para el uso original previsto o son descartados; y
- f) Cuando los productos se han prohibido o cuando se ha retirado el registro de esos productos.

68. Un aspecto fundamental para la determinación de los productos o artículos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos es el conocimiento de datos tales como, los fabricantes, nombres comerciales y sinónimos, fechas de fabricación, modalidades de utilización y usuarios. La lista de las categorías de fuentes de COP que figuran en el anexo C del Convenio de

Estocolmo deberán ayudar a los gerentes industriales y a los reglamentadores gubernamentales, así como al público en general, a reconocer los desechos consistentes en COP producidos en forma no intencional, que los contengan o estén contaminados con ellos.

2. Inventarios

69. Los planes nacionales de aplicación elaborados en el marco del Convenio de Estocolmo incluirán un inventario nacional. A los fines del manejo ambientalmente racional de los desechos, tal vez sea necesario un inventario más específico y completo. Para ello será preciso, por lo general, un proceso iterativo. A continuación se ofrece orientación adicional.

70. Los inventarios son una herramienta importante para reconocer, cuantificar y caracterizar los desechos. Los inventarios nacionales podrían utilizarse para:

- a) Establecer una cantidad de referencia de los productos, artículos y desechos consistentes en COP, los contengan o estén contaminados con ellos;
- b) Establecer un registro de información para ayudar a las inspecciones de seguridad y reglamentarias;
- c) Obtener la información fidedigna necesaria para desarrollar planes para la estabilización de los sitios;
- d) Ayudar en la preparación de planes de respuesta de emergencia; y
- e) Seguir de cerca el avance para minimizar y eliminar gradualmente esos productos químicos.

71. Al elaborar el inventario, debe darse prioridad a la determinación de los desechos que tienen concentraciones de COP elevadas.

72. Un inventario debería contener, si procede, datos sobre:

Producción de COP dentro del país

- a) Importación/exportación de productos y artículos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- b) Eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- c) Importación/exportación de tales desechos.

73. Para la elaboración de un inventario nacional de COP se requiere la cooperación de las entidades competentes con los fabricantes, usuarios, transportistas, funcionarios de aduanas, instalaciones de eliminación de desechos y los centros nacionales de coordinación del Convenio de Basilea y del Convenio de Estocolmo. Se requiere también el compromiso a largo plazo del gobierno nacional, la cooperación de los propietarios y fabricantes de COP, un proceso administrativo racional para la recopilación de información de manera permanente y un sistema de base de datos computadorizados para almacenar esa información. En algunos casos tal vez se requieran reglamentaciones gubernamentales para tener la certeza de que los propietarios informen sobre sus existencias y cooperen con los inspectores gubernamentales.

74. El primer elemento que hay que tener en cuenta al elaborar un inventario es el tipo de industrias y emplazamientos que podrían estar utilizando COP, lo que podría dar una idea de la magnitud de la labor del inventario y ayudar a elaborar una lista preliminar de posibles propietarios. Si los COP se produjeron en el país o se importaron, las industrias participantes también deben formar parte de las consultas iniciales. Esas empresas tal vez podrían dar estimaciones o incluso cifras exactas de la cantidad de esos productos que se utilizaron en aplicaciones nacionales. Esas estimaciones pueden ser muy valiosas para determinar el grado de exhaustividad del inventario de un producto químico. Desafortunadamente, en algunos casos tal vez ya no existan esos registros.

75. Para elaborar un inventario es preciso seguir las cinco fases básicas que se exponen a continuación.

Primera fase: Consultar con las principales industrias y asociaciones: Los funcionarios gubernamentales deben reunirse con representantes de las industrias que probablemente posean grandes cantidades de productos, artículos o desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, y con antiguos fabricantes y distribuidores. Como es probable que las industrias química, agrícola, eléctrica y otras grandes industrias posean o tengan

conocimiento acerca de un gran porcentaje de la cantidad total de COP del país, es preciso consultarles primero. Los funcionarios gubernamentales también deberían reunirse con organizaciones no gubernamentales para recabar información al respecto.

Segunda fase – Capacitación del personal: Los funcionarios gubernamentales encargados del inventario debe recibir capacitación en todos los aspectos de los productos, artículos y desechos. Los elementos fundamentales de la capacitación deberán incluir la determinación de los productos, artículos y desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; auditorías e inspecciones; salud y seguridad; y procedimientos para el establecimiento y mantenimiento de inventarios.

Tercera fase – Realizar varias auditorías de prueba: El personal gubernamental debe visitar varias instalaciones. Esas visitas deben cumplir tres objetivos. En primer lugar, permitirán al personal gubernamental familiarizarse con el proceso de inventario y las condiciones reales sobre el terreno. En segundo lugar, serán otra forma de mantener consultas con la industria. En tercer lugar, generarán algún tipo de información para los inventarios que se puede utilizar como datos de pruebas para la elaboración del inventario nacional.

Cuarta fase – Elaborar una política o reglamentación que exija que los propietarios informen sobre los COP: Es necesario elaborar un proyecto de política o reglamentación sobre el seguimiento de los COP y la presentación de informes a los gobiernos con miras al inventario. La política o reglamentación deberá exigir el informe inicial en una fecha prevista e informes posteriores cuando los propietarios modifiquen los inventarios o se produzcan eliminaciones. En los informes deberá figurar información específica para cada rubro del inventario, como:

- a) Nombre o descripción del producto, artículo o desecho;
- b) Peso físico (líquido, sólido, fango, gas);
- c) Peso del contenedor o equipo (si procede);
- d) Masa del material consistente en COP, que los contenga o esté contaminado con ellos;
- e) Cantidad de contenedores o piezas de equipo similares;
- f) Concentración de los COP en el producto, artículo o desecho;
- g) Otros riesgos relacionados con el material (por ejemplo, combustible, corrosivo, inflamable);
- h) Ubicación;
- i) Información del propietario;
- j) Etiquetas, números de serie, marcas de identificación, etc.;
- k) Fecha de asiento en el inventario;
- l) Fecha de salida del inventario y destino (si procede).

Quinta fase – Ejecución del plan: Antes de poner en práctica el requisito de informar sobre los inventarios, es preciso establecer una base de datos de inventario al nivel nacional. El inventario central del Gobierno deberá mantenerse actualizado en la medida en que surjan nuevas informaciones. Los gobiernos podrán ayudar a los propietarios proporcionándoles información y asesoramiento. Las inspecciones de los emplazamientos deberán coadyuvar a asegurar que la información recogida en el inventario sea correcta²⁴.

76. Además, cabe señalar que el Protocolo de 2003 relativo a los registros de liberaciones y transferencias de contaminantes de la Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), concertado en Aarhus en 1998, incluye disposiciones relativas a los inventarios que podrían aplicarse a los COP.

²⁴ En la Guía Metodológica para la realización de inventarios nacionales de desechos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea figura información adicional sobre inventarios (véase UNEP 2000a, en el anexo V, Bibliografía).

E. Muestreo, análisis y vigilancia

77. El muestreo, el análisis y la vigilancia son componentes de importancia decisiva en el manejo de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos y deberá dárseles suma prioridad con respecto al fomento de la capacidad en los países en desarrollo y a la ejecución. El muestreo, el análisis y la vigilancia deberán estar a cargo de profesionales capacitados, según un plan bien diseñado y el uso de métodos aceptados internacionalmente y aprobados al nivel nacional, se realizan utilizando siempre el mismo método mientras dure el programa. También deberán someterse a rigurosas medidas de garantía de calidad y control de calidad. Los errores en el muestreo, el análisis o la vigilancia, o la desviación de los procedimientos operacionales estándar, pueden arrojar datos no significativos o incluso datos nocivos para el programa. Por consiguiente, cada Parte, según proceda, deberá cerciorarse de que dispone de la capacitación, los protocolos, y la capacidad de laboratorio para aplicar los métodos de muestreo, vigilancia y análisis, así como de que se cumplan esas normas.

78. Puesto que hay muchos motivos para el muestreo, el análisis y la vigilancia, y dado que también hay formas físicas de desechos muy diferentes, existen centenares de métodos distintos que se pueden utilizar para el muestreo, la vigilancia y el análisis. No es objeto del presente documento exponer ni siquiera algunos de los métodos utilizados en la actualidad ahora bien, en las tres secciones siguientes se analizan los aspectos fundamentales del muestreo, el análisis y la vigilancia.

79. Para obtener información sobre buenas prácticas de laboratorio se pueden consultar las publicaciones de la OCDE (OCDE, diversos años); para los aspectos de metodología generales, se puede utilizar el documento de orientación "Directrices para el Programa de Vigilancia Mundial de contaminantes orgánicos persistentes (PNUMA 2004a); y también se puede obtener más información sobre el análisis de COP en el sitio del proyecto conjunto del PNUMA y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) sobre capacidad necesaria para analizar COP, en www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm.

1. Muestreo²⁵

80. El objetivo general de todo muestreo es obtener una muestra que pueda utilizarse para el fin previsto, por ejemplo, la caracterización de los emplazamientos, el cumplimiento con normas reglamentarias o la adecuación para el tratamiento o la eliminación propuestos. Este objetivo debe determinarse antes de comenzar la toma de muestras. Esto es indispensable para poder satisfacer los requisitos relacionados con el equipo, el transporte y la posibilidad de rastreo.

81. Antes de comenzar las actividades de muestreo deberían establecerse los procedimientos estándar y convenir en ellos (tanto para la matriz como para la toma de muestras específicas de COP). Los elementos de estos procedimientos podrían incluir los siguientes:

- a) Cantidad de muestras que se tomarán, la frecuencia de la toma de muestras, la duración del proyecto de muestreo y una descripción de los métodos de muestreo (incluidos los procedimientos establecidos para la garantía de la calidad, por ej., muestras de campo y cadenas de custodia);
- b) Selección de los lugares o emplazamientos y el momento en que se tomarán las muestras (incluida la descripción y la localización geográfica);
- c) Identidad de la persona que tomó las muestras y las condiciones imperantes durante la toma;
- d) Descripción completa de las características de la muestra - etiquetado;
- e) Preservación de la integridad de la muestra durante el transporte y el almacenamiento (antes del análisis);
- f) Estrecha cooperación entre la persona que tomará las muestras y el laboratorio de análisis;
- g) Personal encargado de la toma de muestras adecuadamente capacitado.

82. El muestreo debería observar las leyes nacionales específicas, cuando las haya, o las reglamentaciones internacionales. En los países en que no existan esas reglamentaciones, se debería nombrar a personal calificado. Los procedimientos de muestreo son, entre otros, los siguientes:

²⁵ En RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance figura información adicional sobre muestreo (Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, 2002, - y Nordtest method véase el anexo V, Bibliografía).

- a) Elaboración de un procedimiento operacional estándar para muestreo de cada una de las matrices para un posterior análisis de COP;
- b) Aplicación de procedimientos de muestreo reconocidos, tales como los elaborados por la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales, la Unión Europea, el Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA) y el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente;
- c) Establecimiento de normas de garantía y control de la calidad.

83. Para que un programa de muestreo dé buenos resultados es preciso seguir todos esos pasos. Análogamente, la documentación debe ser exhaustiva y rigurosa.

84. Los tipos de matrices que normalmente se toman como muestras para los COP incluyen líquidos, sólidos y gases:

- a) Líquidos:
 - i) Lixiviación proveniente de lugares de vertimiento y vertederos;
 - ii) Líquido recogido de derrames;
 - iii) Agua (agua de superficie, agua potable y efluentes industriales);
 - iv) Fluidos biológicos (sangre, en el caso de un control de la salud de los trabajadores);
- b) Sólidos:
 - i) Existencias, productos y formulaciones consistentes en COP, que los contengan o que estén contaminados por éstos;
 - ii) Sólidos de fuentes industriales y derivados de procesos de tratamiento o eliminación (cenizas volantes, cenizas sedimentadas, lodo, residuos estancados, residuos de otro tipo, vestimenta, etc.);
 - iii) Contenedores, equipo o material de embalaje de otro tipo (muestras de enjuague o de limpieza), con inclusión de papeles o paños utilizados en la recogida de muestras;
 - iv) Suelo, sedimentos, escombros, lodos cloacales y abono orgánico;
- c) Gases:
 - i) Aire (de interior).

85. En los programas de control del medio ambiente y de los seres humanos, se podrían incluir tanto matrices bióticas como abióticas:

- a) Materia prima vegetal y alimentos;
- b) Leche materna o sangre humana;
- c) Aire (ambiental, deposición húmeda o seca y, posiblemente, nieve).

2. Análisis

86. El análisis se refiere a la extracción, purificación, separación, determinación, cuantificación y presentación de información de las concentraciones de COP en la matriz de que se trate. Para obtener resultados útiles y aceptables, el laboratorio de análisis deberá contar con la infraestructura necesaria (inmueble) y experiencia demostrada en la matriz y los COP (por ejemplo, participación fructífera en estudios internacionales de intercalibración). Un aspecto importante también es que un órgano independiente haya acreditado al laboratorio de acuerdo a la norma ISO 17025 o de otro tipo. Los criterios indispensables para obtener resultados de gran calidad incluyen:

- a) Especificación de la técnica analítica;
- b) Mantenimiento del equipo analítico;
- c) Validación de todos los métodos utilizados (incluidos los métodos internos);
- d) Capacitación del personal de laboratorio.

87. Por lo general, el análisis de COP se efectúa en un laboratorio especializado. Para situaciones específicas y para realizar una preselección, existen instrumentales de ensayo que pueden utilizarse en el terreno.
88. Para los análisis de laboratorio de COP no existe un solo método analítico. La ISO, el Comité Europeo de Normalización, la EPA, la AOAC y la ASTM han desarrollado métodos para analizar las diversas matrices para COP. En el anexo III se citan algunos ejemplos. La mayoría de los métodos internos son variaciones de éstos y después de validarse, esos métodos internos también son aceptables.
89. Además, se deberían establecer procedimientos y criterios de aceptación para la manipulación y la preparación de muestras de laboratorio, por ej., la homogeneización.
90. Los distintos pasos de la determinación analítica incluyen:
- a) La extracción, por ej., por medio de un extractor Soxhlet, extracción acelerada de solventes, líquido-líquido, etc.;
 - b) La purificación, por ej., por medio de una cromatografía en columna. La purificación debe ser suficientemente eficiente para que la matriz no influya en la retención cromatográfica;
 - c) La separación mediante cromatografía gaseosa capilar, que proporcionará una separación suficiente de los analitos;
 - d) La determinación de detectores adecuados, como un detector de captura de electrones o un detector selectivo de masas, ya sea un espectrómetro de masas de baja resolución, ya uno de alta resolución;
 - e) La cuantificación según metodología estándar interna (para referencia, véase PNUMA 2004a);
 - f) La presentación de información según las reglamentaciones.

3. Vigilancia

91. En el apartado b) del párrafo 2 del artículo 10 (“Cooperación Internacional”), el Convenio de Basilea exige que las Partes “cooperen en la vigilancia de los efectos del manejo de los desechos peligrosos sobre la salud humana y el medio ambiente”. En el párrafo 1 del artículo 11, el Convenio de Estocolmo estipula que “las Partes alentarán y/o efectuarán vigilancia adecuada respecto de los COP. Los programas de vigilancia deberían proporcionar indicios de si las operaciones de manejo de desechos peligrosos se realizan según su diseño, y detectar cambios de la calidad del medio ambiente provocados por dichas operaciones. La información procedente del programa de vigilancia deberá utilizarse para cerciorarse de que en la operación de manejo de desechos se procesen los tipos adecuados de desechos peligrosos, descubrir y reparar cualquier daño y determinar si un enfoque de manejo alternativo pudiera resultar adecuado. Mediante la ejecución de un programa de vigilancia, los gestores de instalaciones pueden detectar problemas y adoptar medidas adecuadas para resolverlos²⁶.”

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

92. La manipulación, la recolección, el embalaje, el etiquetado, el transporte y el almacenamiento son etapas especialmente importantes dado el riesgo de posibles derrames, fugas o incendios (por ejemplo durante la preparación para proceder al almacenamiento y a la eliminación) es igual o mayor que en cualquier otro momento.
93. Para determinar los requisitos específicos para el transporte y el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos deberían consultarse los documentos siguientes:
- a) Manual para la aplicación del Convenio de Basilea (PNUMA, 1995);
 - b) Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (OMI, 2002);
 - c) Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI);

²⁶ Puede obtenerse información adicional sobre vigilancia en Reference Document on the General Principles of Monitoring (European Commission, 2003) y Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants (UNEP, 2004a). Véase el anexo V, Bibliografía.

d) Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas de la IATA y Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas - Reglamentación Modelo - de las Naciones Unidas (Libro Naranja).

94. Para las secciones 1 a 6 que siguen, se puede encontrar información detallada en la publicación de la secretaría del Convenio de Basilea "Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and other POPs wastes. Under the Basel Convention: A training manual for hazardous waste project managers. Volumes A and B" (Tecnologías de destrucción y descontaminación de PCB y otros desechos de COP. Manual de capacitación para administradores de proyectos sobre desechos peligrosos) (PNUMA, 2002).

95. Los desechos consistentes en COP que los contengan o estén contaminados con ellos a nivel superior al bajo contenido de COP a que se hace referencia en la sección A del capítulo III deben tratarse como desechos peligrosos a fin de evitar derrames y fugas que causen la exposición de los trabajadores, liberaciones en el medio ambiente y la exposición de la comunidad.

1. Manipulación²⁷

96. Las principales preocupaciones relativas a la manipulación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos son la exposición humana, la liberación accidental al medio ambiente y la contaminación de otras corrientes de desechos con COP. Esos desechos deberán manipularse separadamente de otros tipos de desechos a fin de evitar la contaminación de esas otras corrientes de desechos. Para ello se recomiendan, entre otras, las siguientes prácticas:

- a) Inspección de los contenedores para detectar fugas, perforaciones, oxidación o alta temperatura y un nuevo embalaje o etiquetado según sea necesario;
- b) Manipulación de los desechos a temperaturas inferiores a 25°C, de ser posible, por el aumento de la volatilidad a temperaturas más altas;
- c) Comprobación de que las medidas de contención de los derrames sean las apropiadas y permitan contener los desechos líquidos en caso de derrame;
- d) Colocación de revestimientos plásticos o de alfombrillas absorbentes debajo de los contenedores antes de abrirlos si la superficie de la zona de contención no está recubierta parejamente con algún material de protección (pintura, uretano o resina epóxica);
- e) Drenaje de los desechos líquidos quitando el tapón de vaciado o bombeándolos con una bomba peristáltica y tuberías adecuadas resistentes a la corrosión química;
- f) Utilización de bombas, sistemas de tuberías y bidones especiales que no se utilicen para otros fines para trasvasar los desechos líquidos;
- g) Limpieza de todo líquido derramado con paños, papel o absorbentes;
- h) Triple enjuague de las superficies contaminadas con un disolvente como keroseno para eliminar todo PCB, PCT o PBB residual;
- i) Tratamiento de todos los absorbentes y solventes del triple enjuague, ropas de protección desechables y revestimientos plásticos como desechos que contengan PCB, PCT o PBB, o estén contaminados con ellos, cuando proceda.

97. Se deberá impartir instrucción al personal en los métodos correctos de manipulación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

2. Recolección

98. Aunque tal vez las grandes industrias sean responsables del manejo adecuado de los desechos, generados en su propia actividad, consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, muchas entidades de menor envergadura también poseen dichos desechos. Entre los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos que poseen pequeñas entidades, pueden incluirse los desechos domésticos o los contenedores de plaguicidas de tamaño comercial, las reactancias de lámparas fluorescentes de PCB, los contenedores de pequeñas dimensiones de conservantes de la madera a base de pentaclorofenol contaminados con PCDD y PCDF, pequeñas

²⁷ Entre los ejemplos de directrices sobre la manipulación segura de materiales peligrosos y prevención de accidentes se incluyen las preparadas por la Organización Internacional del Trabajo (1999a y 1999b) y la OCDE (2003), incluidas en el anexo V, "Bibliografía".

cantidades de COP “puros” de laboratorios e instalaciones de investigación y semillas revestidas con plaguicidas empleadas en actividades agrícolas y de investigación. Para hacer frente a este variado surtido de desechos peligrosos, muchos gobiernos han creado depósitos donde los propietarios pueden depositar pequeñas cantidades de esos desechos gratuitamente o por un precio nominal. Dichos depósitos pueden ser permanentes o provisionales, o estar ubicados en estaciones comerciales de transferencia de desechos peligrosos. Los países podrían crear, en conjunto y sobre una base regional, depósitos para la recolección de desechos y estaciones de transferencia, o un país desarrollado podría facilitarlos a un país en desarrollo.

99. Al crear y poner en práctica programas de recolección, depósitos, y estaciones de transferencia de desechos, deberá prestarse atención a lo siguiente:

- a) Divulgar el programa, las ubicaciones de los depósitos y los períodos de recolección entre todos los posibles propietarios de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.
- b) Conceder tiempo suficiente para la ejecución de los programas de recolección con vistas a lograr la recolección total de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos²⁸;
- c) Incluir en el programa, en la medida posible, todos los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- d) Ofrecer a los propietarios de desechos contenedores y materiales de transporte seguro aceptables para los materiales de desecho que pudiera ser necesario volver a embalar o proteger para su transporte.
- e) Crear mecanismos de recolección simples y de bajo costo;
- f) Garantizar la seguridad tanto de las personas que descargan los desechos como de las que trabajan en los depósitos;
- g) Garantizar que los operadores de los depósitos utilicen métodos de eliminación adecuados;
- h) Garantizar que el programa y las instalaciones cumplan todos los requisitos legislativos aplicables; y
- i) Garantizar que los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, estén separados de otras corrientes de desechos.

3. Embalaje

100. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se deberán embalar de manera adecuada a fin de facilitar el transporte y como medida de seguridad para reducir el riesgo de fugas y derrames. El embalaje de desechos peligrosos se divide en dos categorías: embalaje para el transporte y embalaje para el almacenamiento.

101. Por lo general la legislación nacional relativa al transporte de mercancías peligrosas reglamenta el embalaje para el transporte. En cuanto a las especificaciones del embalaje para el transporte, se deberán consultar los materiales de referencia publicados por la IATA, la OMI, la CEPE y los gobiernos nacionales.

102. Algunos preceptos generales relativos al embalaje para el almacenamiento de desechos consistentes por COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se enuncian a continuación:

- a) En la mayoría de los casos el embalaje adecuado para el transporte es apropiado para el almacenamiento;
- b) Por lo general, los desechos embalados en sus contenedores originales serán seguros para el almacenamiento, si el embalaje se encuentra en buenas condiciones;
- c) Esos desechos no deberán almacenarse jamás en contenedores de productos que no estaban destinados a contener dichos desechos, o cuyas etiquetas no identifican correctamente el contenido;

²⁸ La recolección total tal vez requeriría el funcionamiento continuo o intermitente de los vertederos durante varios años.

d) Los contenedores en proceso de deterioro o considerados inseguros deberán vaciarse o colocarse en un embalaje exterior en condiciones (sobre envase). Cuando los contenedores inseguros se vacíen, el contenido deberá colocarse en contenedores adecuados, nuevos o renovados. En todos los contenedores nuevos o renovados deberán colocarse etiquetas correspondientes a su contenido que no den lugar a confusión;

e) Los contenedores de menores dimensiones pueden embalsarse juntos, en contenedores de mayores dimensiones que contengan material absorbente;

f) El equipo fuera de servicio que contenga COP puede ser o no ser adecuado como embalaje. El grado de seguridad se determinará en cada caso particular.

4. Etiquetado²⁹

103. El etiquetado de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, es vital para el éxito de los inventarios y es un aspecto de seguridad básico de cualquier sistema de manejo de desechos. Cada contenedor de desechos deberá etiquetarse de manera que sea posible identificarlo (por ejemplo, con el número de identificación), así como los COP presentes y el grado de peligro.

5. Transporte

104. Los desechos que consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, deberán transportarse de modo ambientalmente racional a fin de evitar derrames accidentales y seguir adecuadamente su trayecto y conocer su destino final. Antes del transporte deberán prepararse planes de emergencia a fin de reducir al mínimo los efectos ambientales relacionados con derrames, incendios y otras emergencias que pudieran ocurrir en el trayecto. Durante el transporte dichos desechos deberán identificarse, embalsarse y transportarse con arreglo las "Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas (Libro Naranja)". Quienes se encarguen del transporte de esos desechos deberán poseer la calificación o certificación, o ambas, de transportistas de materiales y desechos peligrosos.

105. En la mayoría de los países existen reglamentos sobre el transporte de mercancías y desechos peligrosos y el movimiento transfronterizo de los desechos está controlado, en particular por el Convenio de Basilea.

106. Las empresas que transporten desechos dentro de su propio país deberán contar con la certificación como transportadores de materiales y desechos peligrosos y su personal deberá estar calificado.

107. Pueden obtenerse orientaciones sobre el transporte seguro de materiales peligrosos en la IATA, la OMI y la CEPE, así como en la OACI.

6. Almacenamiento³⁰

108. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán almacenarse de manera segura, preferentemente en áreas reservadas exclusivamente a esos efectos y lejos de otros materiales y desechos. Las áreas de almacenaje deberán diseñarse de manera que se impida la posible liberación de COP al medio ambiente por cualquier vía. Los locales, las áreas o los edificios de almacenamiento deberán ser diseñados por profesionales de experiencia en materia de diseño estructural, manejo de desechos y salud y seguridad ocupacionales o pueden adquirirse prefabricados a proveedores de prestigio.

109. A continuación se exponen algunos principios básicos relativos al almacenamiento seguro de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, a saber:

²⁹ Se han elaborado normas internacionales para el etiquetado e identificación correctos de desechos. La CEPE (2003b) y la OCDE (2001) han elaborado normas internacionales para la identificación y el etiquetado correcto de los desechos peligrosos. Véase también "Training Manual on Inventory Taking of Obsolete Pesticides", Series No 10 y reference No X9899 (FAO, 2001) y UNEP (1995b) que figuran en el anexo V, Bibliografía.

³⁰ En Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials (UNEP, 1993 – véase el anexo V, Bibliografía). Pesticide storage and stock control manual, No 3 (FAO, 1996) figura información adicional.

- a) Los lugares de almacenamiento situados en el interior de edificios de fines múltiples deberán ser locales o espacios cerrados por tabiques en zonas poco frecuentadas, dedicados especialmente a estos fines y provistos de cerradura.
- b) Los edificios independientes o contenedores³¹ destinados al almacenamiento, situados al aire libre, deberán estar rodeados por un cerramiento periférico provisto de cerradura;
- c) Para cada tipo de desechos de COP deberán utilizarse zonas, locales o edificios de almacenamiento independientes, a menos que su almacenamiento conjunto se haya aprobado de manera específica;
- d) Dichos desechos no deberán almacenarse dentro o en la proximidad de lugares especialmente vulnerables, como hospitales u otras instituciones de salud pública, escuelas, viviendas, instalaciones de elaboración de alimentos, instalaciones de elaboración o almacenamiento de forrajes, operaciones agrícolas o instalaciones situadas cerca o en el interior de emplazamientos ambientalmente vulnerables;
- e) Los locales, edificios y contenedores de almacenamiento deberán ubicarse y mantenerse en condiciones que reduzcan al mínimo la volatilización, lo que incluye temperaturas frescas, techos y cerramientos laterales reflectores, ubicación a la sombra, etc. Cuando sea posible, en especial en los climas más cálidos, los locales y edificios de almacenamiento deberán mantenerse bajo presión negativa y la salida de los gases de escape deberá producirse a través de filtros de carbono, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:
- i) La conveniencia de ventilar un lugar de almacenamiento mediante el filtrado de los gases de escape con carbono cuando la exposición a los vapores de las personas que trabajan en dicho lugar y los que viven y trabajan en sus proximidades constituye una preocupación;
 - ii) La conveniencia de sellar y ventilar un lugar de almacenamiento de manera que solamente se liberen al aire exterior gases de escape bien filtrados, cuando las preocupaciones ambientales sean primordiales;
- f) Los edificios o contenedores dedicados al almacenamiento deberán estar en buenas condiciones y ser de plástico rígido o metal, no de madera, tableros de fibras, paneles de escayola, yeso o aislamiento;
- g) Las cubiertas de los edificios o contenedores dedicados al almacenamiento y el terreno circundante deberán tener una pendiente que garantice el drenaje del lugar de almacenamiento;
- h) Los edificios o contenedores destinados al almacenamiento deberán erigirse sobre asfalto, hormigón o láminas de material plástico duradero (por ejemplo, de 6 mm de espesor);
- i) El pavimento de los lugares de almacenamiento ubicados en el interior de edificaciones deberán ser de hormigón o duradero (por ejemplo, láminas de material plástico de 6 mm de espesor). El hormigón deberá recubrirse con polímero epóxico duradero;
- j) Los lugares de almacenamiento deberán estar equipados con alarmas de incendio;
- k) Los lugares de almacenamiento ubicados en el interior de edificaciones deberán estar equipados con sistemas de extinción de incendios (preferentemente que no utilicen agua). Si la sustancia ignífuga utilizada es agua, el pavimento del local de almacenamiento deberá tener un bordillo de contención y el sistema de drenaje del pavimento no desembocará en el alcantarillado general, en las alcantarillas de aguas pluviales ni directamente en las aguas superficiales; sino deberá tener su propio sistema colector, como un sumidero;
- l) Los desechos líquidos deberán almacenarse en cubetas herméticas o en un área a prueba de filtraciones y que tenga un bordillo de contención. La capacidad de contención deberá ser de al menos el 125% del volumen del desecho líquido, teniendo en cuenta el área ocupada por los productos almacenados en el área de contención;
- m) Las sustancias sólidas contaminadas deberán almacenarse en contenedores sellados, como barriles o cubos, contenedores de acero para desechos (tipo lugger box) o en envases o contenedores construidos para dicho propósito. Grandes volúmenes de material pueden almacenarse a

³¹ Con frecuencia los contenedores de transporte se utilizan para almacenamiento.

granel en contenedores de transporte, edificaciones o cámaras destinados a esos fines, a condición de que cumplan los requisitos de seguridad descritos en el presente documento;

n) Deberá crearse un inventario detallado de los desechos existentes en el lugar de almacenamiento; dicho inventario se mantendrá actualizado cada vez que se agreguen o eliminen desechos;

o) En el exterior del lugar de almacenamiento deberá haber rótulos que indiquen su condición de lugar de almacenamiento de desechos;

p) El lugar de almacenamiento deberá inspeccionarse de forma habitual a fin de detectar fugas de sustancias, degradación de los materiales de los contenedores, actos de vandalismo, alteraciones de la integridad de los sistemas de alarma de incendios y de los sistemas de extinción de incendios, así como del estado general del lugar de almacenamiento.

G. Eliminación ambientalmente racional

1. Tratamiento previo

110. En esta sección se presentan algunas operaciones de tratamiento previo que pudieran ser necesarias para la aplicación adecuada y segura de las tecnologías de eliminación que se describen en las siguientes subsecciones 2 y 3. Hay también otras operaciones de tratamiento previo, que pueden utilizarse. Las operaciones de tratamiento previo antes de la eliminación de conformidad con las subsecciones 2 y 3, deberían realizarse únicamente cuando los COP que se encuentren aislados de los desechos durante el tratamiento previo se eliminen seguidamente de conformidad con la subsección 2. Cuando solamente parte de un producto o desecho, como un equipo de desecho, contiene COP o está contaminado con ellos, debe ser separado y posteriormente eliminado como se especifica en las subsecciones 1 a 4 infra, según proceda.

a) Adsorción y absorción

111. “Sorción” es el término general que se aplica a los dos procesos de adsorción y absorción. Sorción es un método de tratamiento previo que utiliza sólidos para eliminar sustancias de los líquidos o los gases. Adsorción es la separación de una sustancia (líquido, aceite, gas) de una fase y su acumulación en la superficie de otra (carbón activado, zeolita, sílice, etc.). Absorción es el proceso mediante el cual un material transferido de una fase a otra interpenetra la segunda fase para formar una solución (por ejemplo, un contaminante transferido de la fase líquida a carbón activado).

112. Los procesos de adsorción y absorción pueden servir para concentrar contaminantes y separarlos de los desechos acuosos y corrientes de gas. Es posible que el concentrado y el adsorbente o absorbente necesiten ser tratados antes de su eliminación.

b) Deseccación

113. La deseccación es un proceso de tratamiento previo que elimina parte del agua de los desechos que serán tratados. La deseccación se puede utilizar en las tecnologías de eliminación que no son apropiadas para los desechos acuosos. Por ejemplo, el agua puede reaccionar de manera explosiva con el sodio o las sales fundidas. Según el tipo de contaminante, los vapores resultantes pueden requerir condensación o depuración y recibir tratamiento ulterior.

c) Separación mecánica

114. Se puede recurrir a este método para extraer residuos de gran tamaño de la corriente de desechos o para tecnologías que no son apropiadas para suelos y para desechos sólidos, a la vez.

d) Mezcla

115. Para optimizar la eficiencia del tratamiento tal vez sea apropiado mezclar los materiales antes de proceder al tratamiento de desechos. No obstante, no es ambientalmente racional mezclar desechos con un contenido de COP superior al definido como bajo contenido de COP con otros materiales únicamente con el objetivo de generar una mezcla con un contenido de COP inferior al definido como bajo contenido de COP.

e) Separación de aceite y agua

116. Algunas tecnologías de tratamiento no son idóneas para los desechos acuosos; mientras que otras no lo son para los oleosos. En estos casos puede recurrirse a la separación de aceite y agua para separar la fase oleosa del agua. Es posible que tras la separación, la fase oleosa y el agua estén contaminadas y necesiten ser tratadas.

f) Ajuste del pH

117. Algunas tecnologías de tratamiento alcanzan su máxima eficacia por encima de un determinado intervalo de valores de pH y en tales condiciones a menudo se utilizan álcalis, ácidos o el CO₂ para controlar los niveles de pH. Determinadas tecnologías pueden incluso exigir el ajuste del pH como medida de postratamiento.

g) Reducción del tamaño

118. Algunas tecnologías pueden procesar solamente desechos que no sobrepasan un tamaño determinado. Por ejemplo, es posible que algunas puedan aplicarse a desechos sólidos contaminados con COP solamente si son de un diámetro inferior a los 200 mm de diámetro. En estos casos se puede aplicar la trituración para reducir los componentes de los desechos a partículas de un diámetro determinado. Otras tecnologías de eliminación exigen que se preparen lechadas antes de que se las introduzca en el reactor principal. Se debe señalar la posible contaminación de las trituradoras al procesar desechos que consistan en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. En consecuencia, deben tomarse precauciones para impedir la subsiguiente contaminación de corrientes de desechos sin COP.

h) Lavado con disolventes

119. Es posible recurrir al lavado con disolventes para eliminar COP de equipo eléctrico, como condensadores y transformadores. Esta tecnología también ha sido utilizada para tratar suelos contaminados y materiales de sorción usados en el tratamiento previo de adsorción o absorción

i) Desorción térmica

120. La desorción térmica a baja temperatura, conocida también como volatilización térmica a baja temperatura, purga térmica y calcinación de suelos es una tecnología correctiva de aplicación *ex situ* que utiliza el calor físicamente para separar los compuestos y elementos volátiles y semivolátiles (habitualmente petróleo e hidrocarburos) de los medios contaminados (casi siempre suelos excavados). Esos procesos se han utilizado para descontaminar las superficies no porosas de equipo eléctrico como carcasas de transformadores que contenían líquidos dieléctricos con PCB. La desorción térmica de los desechos que contengan COP o estén contaminados con ellos podría provocar la formación de COP de forma no intencional, que podrían requerir un tratamiento adicional.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

121. Se permitirán las siguientes operaciones de eliminación, previstas en las secciones A y B del anexo IV del Convenio de Basilea, a los fines de destrucción o transformación irreversible del contenido de COP de los desechos, si se aplican de manera que garanticen que los desechos restantes y las liberaciones no tengan las características de los COP:

- D9 Tratamiento fisicoquímico;
- D10 Incineración en la tierra;
- R1 Utilización como combustible (que no sea en la incineración directa) u otros medios de generar energía.
- R3 Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se usen como disolventes, pero restringidas a la conversión de desechos a gas;
- R4 Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos, pero restringidos a actividades de metalurgia primaria y secundaria descritas en el apartado k) *infra*.

122. Los COP que se hayan extraído de los desechos durante una operación de tratamiento previo se deberán eliminar posteriormente conforme a las operaciones D9 y D10.

123. En esta subsección se exponen las operaciones disponibles en el mercado para la destrucción y la transformación irreversible ambientalmente racional del contenido de COP en los desechos³². Cabe señalar que esas operaciones están sujetas a la legislación nacional.

124. Si bien la información contenida en estas directrices sobre proveedores de tecnologías de destrucción y transformación irreversible parece ser exacta, el PNUMA no asume responsabilidad alguna por posibles inexactitudes u omisiones y las consecuencias que puedan derivarse. Ni el PNUMA, ni ninguna de las personas que han participado en la preparación de este documento será responsable de cualesquiera lesiones, pérdidas, daños o perjuicios causados por terceros que hayan actuado sobre la base de su interpretación personal de la información contenida en la presente publicación.

125. En el anexo IV figura un estudio económico de las tecnologías que se exponen a continuación.

a) Reducción por metal alcalino³³

126. *Descripción del proceso:* La reducción supone el tratamiento de desechos con metales alcalinos dispersos. Los metales alcalinos reaccionan con el cloro en los desechos halogenados produciendo sales y desechos no halogenados. Normalmente, el proceso tiene lugar a presión atmosférica y a temperaturas de entre 60°C y 180°C³⁴. El tratamiento puede realizarse *in situ* (por ej., en transformadores contaminados con PCB) o *ex situ* en un recipiente de reacción. Este proceso admite diversas variantes³⁵. Si bien se han utilizado potasio y la aleación de potasio y sodio, el agente reductor más comúnmente utilizado es el sodio metálico. La información siguiente se basa en experiencias obtenidas con el uso del sodio metálico.

127. *Eficiencia:* Se han registrado valores de la eficiencia de destrucción (ED) superiores al 99,999% y de eficiencia de remoción de la destrucción (ERD) del 99,9999% para la aldrina, el clordano y los PCB (Ministerio del Medio Ambiente del Japón, 2004). También, se ha demostrado que el proceso de reducción por sodio cumple los criterios reguladores establecidos en Australia, el Canadá, los Estados Unidos de América, el Japón, Sudáfrica y la Unión Europea para el tratamiento de aceites de transformadores que contienen PCB, es decir, menos de 2 ppm en residuos sólidos y líquidos³⁶.

128. *Tipos de desechos:* Se ha ensayado el proceso de reducción por sodio en aceites contaminados con PCB con concentraciones de hasta 10.000 ppm³⁷. Algunos proveedores han afirmado además que este proceso tiene capacidad de servir como tratamiento de condensadores y transformadores en su totalidad³⁸.

129. *Tratamiento previo:* Se podrá proceder al tratamiento *ex situ* una vez se haya efectuado la extracción por disolventes de PCB. El tratamiento de condensadores y transformadores completos podría realizarse después de haberlos triturado para reducir su tamaño³⁹. El tratamiento previo debe incluir la extracción de agua para evitar reacciones explosivas con el sodio metálico.

130. *Emisiones y residuos:* Las emisiones a la atmósfera incluyen las de nitrógeno e hidrógeno gaseosos. Probablemente las emisiones de compuestos orgánicos son relativamente menores⁴⁰. No obstante, se ha observado que se pueden formar PCDD y PCDF a partir de clorofenoles en condiciones alcalinas a temperaturas incluso de 150 °C (Weber, 2004). Entre los residuos que se producen durante

³² Puede obtenerse información adicional sobre estas tecnologías u otras que se encuentran en fase experimental o de prueba, en Review of Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries (UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía).

³³ En UNEP, 1998b; UNEP, 2000b; y UNEP, 2004b. Figura información adicional en el anexo V, Bibliografía.

³⁴ Ariizumi Otsaka, Kamiyama and Hosani, 1997, y Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999, véase anexo V, Bibliografía).

³⁵ Véase Piersol, 1989, en el anexo V, Bibliografía.

³⁶ Véanse Piersol, 1989 y UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

³⁷ Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

³⁸ *Ibíd.*

³⁹ *Ibíd.*

⁴⁰ Véase Piersol, 1980, en el anexo V, Bibliografía.

el proceso están el cloruro sódico, hidróxido de sodio, polibifenilos y agua⁴¹. En algunas variaciones, también se forma un polímero solidificado⁴².

131. *Control de liberaciones y postratamiento:* Tras la reacción, los subproductos se pueden separar del aceite combinando el filtrado y la centrifugación. El aceite descontaminado se puede reutilizar; el cloruro sódico puede reutilizarse o eliminarse en vertederos y el polímero solidificado se puede eliminar en vertederos⁴³.

132. *Requisitos energéticos:* Se prevé que los requisitos energéticos inmediatos sean relativamente bajos dadas las bajas temperaturas de operación asociadas con el proceso de reducción por sodio.

133. *Requisitos materiales:* Se necesitan cantidades significativas de sodio para realizar este proceso⁴⁴.

134. *Movilidad:* Este proceso está disponible en configuración móvil y fija.⁴⁵

135. *Salud y seguridad:* El sodio metálico disperso puede reaccionar de manera violenta y explosiva con el agua, lo cual constituye un peligro significativo para los operadores. El sodio metálico puede asimismo reaccionar con diferentes sustancias y producir hidrógeno, gas inflamable y explosivo al mezclarse con el aire. Debe tenerse gran cuidado en el diseño y operación del proceso para excluir totalmente el agua (y algunas otras sustancias, como los alcoholes) de los desechos y evitar cualquier otro contacto con el sodio. En el pasado una instalación en Delfzijl (Países Bajos) resultó gravemente afectada por un incendio.

136. *Capacidad:* En instalaciones móviles se pueden tratar diariamente hasta 15.000 litros de aceite de transformadores⁴⁶.

137. *Otras cuestiones prácticas:* La reducción por sodio utilizada para el tratamiento *in situ* de aceites de transformadores contaminados con PCB quizás no destruya todos esos PCB contenidos en las porosidades internas del transformador. Algunos autores han señalado que se carece de información sobre las características de los residuos⁴⁷.

138. *Comercialización:* Este proceso se ha utilizado comercialmente durante unos 20 años.

139. Proveedores:

- a) Dr. Bilger Umweltconsulting GmbH – www.bilgergmbh.de;
- b) Decoman srl, Italia – www.decoman.it;
- c) Envio Germany GmbH & Co. KG – www.envio-group.com;
- d) Kinectrics Inc.–www.kinectrics.com;
- e) Nippon Soda Co. Ltd. – www.nippon-soda.co.jp;
- f) Orion BV, Países Bajos – www.orionun2315.nl/3n/index.php.
- g) Powertech Labs Inc. – www.powertechlabs.com;
- h) Sanexen Environmental Services Inc. – www.sanexen.com.

b) **Descomposición catalizada por bases (DCB)**⁴⁸

140. *Descripción del proceso:* El proceso de DCB es el tratamiento de desechos en presencia de una mezcla de reactivos que incluye aceite donante de hidrógeno, hidróxido de un metal alcalino y catalizador patentado. Cuando la mezcla se calienta a más de 300°C, el reactivo produce hidrógeno

⁴¹ Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

⁴² Véase UNEP, 2000b, en el anexo V, Bibliografía.

⁴³ *Ibíd.*

⁴⁴ UNEP, 2004b, anexo V, Bibliografía.

⁴⁵ *Ibíd.*

⁴⁶ *Ibíd.*

⁴⁷ Véase UNEP, 2000b, en el anexo V, Bibliografía.

⁴⁸ Se puede obtener información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner, Luscombe y Simpson, 1998; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Rahuman, Pistone, Trifirò and Miertu, 2000; UNEP, 1998b; UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002. Véase en el anexo V, Bibliografía.

atómico altamente reactivo. El hidrógeno atómico reacciona con el desecho eliminando los constituyentes que aportan la toxicidad a los compuestos.

141. *Eficiencia:* Se han registrado ED de 99,99% a 99,9999% para el DDT, los PCB, PCDD y PCDF⁴⁹. También se han registrado ED superiores al 99,999% y EDR superiores al 99,9999% para el clordano (Ministerio de Medio Ambiente del Japón (2004). Asimismo, se ha registrado que es posible reducir los productos orgánicos clorados a menos de 2 mg/kg⁵⁰.

142. *Tipos de desechos:* La DCB debe ser aplicable a otros COP además de a los tipos de desechos mencionados anteriormente⁵¹. La DCB debe ser capaz de tratar desechos con elevada concentración de COP, y tiene una aplicabilidad demostrada a desechos con un contenido de PCB superior al 30%⁵². Se creyó que, en la práctica, la formación de sales dentro de la mezcla tratada podría limitar la concentración de material halogenado apto para el tratamiento⁵³. No obstante, el proveedor ha indicado que la formación de sal en el reactor limita únicamente el volumen de desechos que puede colocarse en el reactor y que este problema no parece ser insoluble. Entre las matrices de desechos aplicables están los suelos, los sedimentos, los fangos y los líquidos. La empresa BCD Group afirma además que se ha demostrado que el proceso destruye los PCB en las superficies de madera, papel y metal de los transformadores.

143. *Tratamiento previo:* Los suelos pueden ser tratados directamente. No obstante, para ello quizás sea necesario aplicar diferentes tipos de tratamiento previo:

- a) Tal vez sea necesario separar las partículas más grandes mediante tamizado y triturarlas para reducir su tamaño; o
- b) Quizás se deba ajustar el pH y el grado de humedad.

144. *La desorción térmica* se ha utilizado también conjuntamente con la DCB para eliminar los COP de los suelos antes del tratamiento. En esos casos, el suelo se mezcla previamente con bicarbonato de sodio antes de ser introducido en el dispositivo de desorción térmica⁵⁴. Antes de iniciar el tratamiento será preciso evaporar el agua de los medios acuosos, incluidos los fangos húmedos. Los condensadores pueden ser sometidos a tratamiento luego de haberse reducido su tamaño mediante trituración⁵⁵. De estar presentes solventes volátiles, como en el caso de los plaguicidas, deberán ser eliminados mediante destilación antes de iniciarse el tratamiento⁵⁶.

145. *Emisiones y residuos:* Está previsto que las emisiones a la atmósfera sean relativamente reducidas. La probabilidad de que se formen PCDD y PCDF durante el proceso de DCB es relativamente baja. No obstante, se ha señalado que se pueden formar PCDD a partir de clorofenoles en condiciones alcalinas y a temperaturas tan poco elevadas como los 150° C (Weber, 2004). Otros residuos que se producen durante la reacción de DCB son fangos que contienen principalmente agua, sal, aceite donante de hidrógeno no usado y residuos de carbono. El proveedor afirma que los residuos de carbono son inertes y no tóxicos. Para más detalles, se remite a los usuarios a la literatura publicada por BCD Group, Inc.

146. *Control de liberaciones y postratamiento:* Según el tipo de aceite donante de hidrógeno que se utilice, el residuo tipo lechada puede ser tratado de diferentes maneras. Si se ha utilizado aceite combustible No. 6, los fangos se pueden eliminar como combustible en un horno de cemento. De utilizarse aceites más refinados, estos se pueden separar del fango por gravedad o centrifugación. Los aceites se pueden reutilizar y el fango remanente puede volverse a tratar para utilizarlo como agente neutralizador o para eliminarlo en vertederos⁵⁷. Además, las instalaciones de DCB están provistas de trampas de carbón activado a fin de reducir al mínimo la liberación de productos orgánicos volátiles en las emisiones gaseosas.

⁴⁹ Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

⁵⁰ Véase UNEP, 2001, en el anexo V, Bibliografía.

⁵¹ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002, en el anexo V, Bibliografía.

⁵² Véase Vijgen, 2002, en el anexo V, Bibliografía.

⁵³ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y UNEP 2001, en el anexo V, Bibliografía.

⁵⁴ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997, en el anexo V, Bibliografía.

⁵⁵ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP 2001, en el anexo V, Bibliografía.

⁵⁶ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997, en el anexo V, Bibliografía.

⁵⁷ Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

147. *Requisitos energéticos:* Se prevé que los requisitos energéticos sean relativamente bajos dadas las bajas temperaturas de operación asociadas con el proceso de DCB.
148. *Requisitos materiales:*
- a) Aceite donante de hidrógeno, como el aceite combustible No. 6 o los aceites Sun Par números LW-104, LW-106 y LW-110;
 - b) Carbonato, bicarbonato o hidróxido de metal alcalino o alcalino térreo, como el bicarbonato sódico. La cantidad de álcalis necesaria depende de la concentración del contaminante halogenado presente en el medio⁵⁸. Las cantidades oscilan entre el 1% y aproximadamente el 20% en peso del medio contaminado; y
 - c) Catalizador patentado equivalente al 1% por volumen del aceite donante de hidrógeno;
149. Se considera que el *equipo* para este proceso está disponible en el mercado⁵⁹.
150. *Movilidad:* Se han construido equipos modulares, móviles y fijos.
151. *Salud y seguridad:* Existen, los riesgos para la salud y la seguridad asociados con la aplicación de esta tecnología se consideran bajos⁶⁰, aunque en Melbourne, Australia, una instalación de DCB quedó inutilizada tras un incendio en 1995. El incendio fue atribuido al uso de un recipiente de almacenamiento sin una capa de nitrógeno⁶¹. Algunos tratamientos previos conexos, como el tratamiento previo alcalino de condensadores y la extracción por solventes entrañan riesgos significativos de incendio y explosión, aunque éstos pueden reducirse al mínimo si se toman las debidas precauciones⁶².
152. *Capacidad:* Con la DCB se pueden procesar hasta 9.482 litros por lote, siendo posible tratar entre dos y cuatro lotes diarios⁶³.
153. *Otras cuestiones prácticas:* Dado que el proceso de DCB incluye la purga del cloro del compuesto de desecho, el proceso de tratamiento puede dar lugar a un aumento en la concentración de especies cloradas inferiores. Ello pudiera ser motivo de preocupación en el tratamiento de los PCDD y PCDF, donde los congéneres menos clorados son significativamente más tóxicos que los congéneres más clorados. Por tanto, es importante que el proceso sea vigilado adecuadamente, para asegurarse de que la reacción se mantenga hasta su fin. En el pasado se informó de que el proceso de DCB no logró tratar desechos de concentración elevada debido a la acumulación de sales⁶⁴. Sin embargo, más recientemente se ha informado de que este problema quedó resuelto⁶⁵.
154. *Comercialización:* El proceso de DCB se ha utilizado en dos operaciones comerciales en Australia una de las cuales se encuentra todavía en funcionamiento. Otro sistema comercial ha estado en explotación en México desde hace dos años. Además, sistemas de DCB se han utilizado en proyectos de corta duración en Australia, España y Estados Unidos de América. Está en construcción una instalación de DCB para el tratamiento de desechos de suelos y plaguicidas contaminados con PCDD y PCDF en la República Checa.
155. *Proveedores:* La patente de esta tecnología la posee BCD Group, Inc., USA (www.bcdinternational.com). BCD Group, Inc. vende licencias de explotación de la tecnología. Actualmente, poseen licencias empresas con sede en Australia, Japón, México, los Estados Unidos de América y la República Checa.

c) Hidrodechloración catalítica (HDC)

156. *Descripción del proceso.* La HDC supone el tratamiento de desechos con gas hidrógeno y catalizador de paladio sobre carbono (Pd/C) disperso en aceite de parafina. El hidrógeno reacciona con el cloro del desecho halogenado para producir cloruro de hidrógeno (HCl) y desecho no halogenado. En el caso de los PCB, el principal producto es el bifenilo. El proceso se desarrolla a presión

⁵⁸ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP 2001, en el anexo V, Bibliografía.

⁵⁹ Véase Rahuman et al., 2000, en el anexo V, Bibliografía.

⁶⁰ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000, en el anexo V, Bibliografía.

⁶¹ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997, en el anexo V, Bibliografía.

⁶² *Ibíd.*

⁶³ Véanse Vijgen, 2002 y UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

⁶⁴ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997, en el anexo V, Bibliografía.

⁶⁵ Véase Vijgen, 2002, en el anexo V, Bibliografía.

atmosférica y temperaturas comprendidas entre 180° C y 260° C (Sakai, Peter y Oono, 2001; Noma, Sakai y Oono, 2002; y Noma, Sakai y Oono, 2003a y 2003 b).

157. *Eficiencia.* Se han registrado ED de 99,98% a 99,9999% para PCB. También se ha registrado que es posible una reducción del contenido de PCB a menos de 0,5 mg/kg.

158. *Tipos de desechos.* La HDC se ha probado con PCB eliminados de condensadores usados. También se han dechlorado PCDD y PCDF contenidos en PCB como impurezas. Un proveedor afirma también que los desechos clorados en estado líquido o disueltos en disolventes pueden tratarse por HDC.

159. *Tratamiento previo.* Es preciso extraer los PCB y PCDD/PCDF utilizando disolventes o aislarlos por vaporización. Deben eliminarse por destilación antes del tratamiento las sustancias de bajo punto de ebullición tales como el agua o los alcoholes.

160. *Emisiones y residuos.* No se producirán emisiones durante la reacción de dechloración porque tiene lugar en el sistema cerrado de circulación del hidrógeno. El HCl no se descarga de la reacción porque se recoge con agua como ácido hidrocórico dentro del sistema de circulación. El bifenilo aislado por destilación tras la reacción no contiene ningún material tóxico.

161. *Control de liberaciones y postratamiento.* El principal producto, bifenilos se separa del disolvente de la reacción por destilación una vez concluida ésta, y el catalizador del disolvente de la reacción vuelven a utilizarse para la siguiente reacción.

162. *Requisitos energéticos.* Se espera que los requisitos energéticos sean relativamente bajos debido a las bajas temperaturas de funcionamiento con que se desarrolla el proceso de HDC.

163. *Requisitos materiales.* El proceso de HDC requiere la misma cantidad de átomos de hidrógeno que de cloro en los PCB, así como un 0,5% en peso de catalizador.

164. *Movilidad.* La HDC está disponible en configuraciones fijas y móviles, según el volumen de PCB que haya que tratar.

165. *Salud y seguridad.* El uso de gas hidrógeno requiere controles adecuados y salvaguardias para tener la certeza de que no se forman mezclas aire-hidrógeno explosivas.

166. *Capacidad.* En Japón, se está diseñando actualmente, y estará construida en dos años, una planta que es capaz de tratar 2 Mg de PCB diarios utilizando el proceso de HDC.

167. *Otras cuestiones prácticas.* Existen numerosos informes sobre la dechloración de PCB utilizando HDC. En general, el catalizador de Pd/C tiene la mayor tasa de degradación en comparación con otros catalizadores de soporte metálico. Pueden aumentarse las temperaturas de reacción a 260° C cuando se utiliza como disolvente de la reacción aceite de parafina.

168. *Comercialización.* Una empresa de Japón comenzó a tratar los condensadores que contienen PCB o están contaminados con ellos utilizando una planta de HDC en 2004. En el plazo de dos años funcionará una planta de HDC a escala comercial en Japón.

169. *Proveedor(es).* La patente de esta tecnología la posee Kansai Electric Power C. y Kanden Engineering Co. (www.kanden-eng.co.jp).

170. *Información adicional.* En Technical Guideline for Treatment of PCBs in Japan (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999) figura información adicional.

d) **Coincineración en horno de cemento**⁶⁶

171. *Descripción del proceso:* Por lo general, los hornos de cemento consisten en un cilindro de entre 50 y 150 metros de largo, ligeramente inclinado con respecto a la horizontal (en pendiente de entre 3% y 4%), cuya rotación oscila entre 1 y 4 revoluciones por minuto aproximadamente. Por el extremo superior, o “frío”, del horno rotatorio se introducen las materias primas, como piedra caliza, silicio, alúmina y óxidos de hierro. La pendiente y la rotación hacen que los materiales descendan hasta el extremo inferior, o “caliente”, del horno. Este recibe calor por el extremo inferior, donde las

⁶⁶ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Karstensen, 2001; Rahuman et al., 2000; Stobiecki, et al., 2001 y UNEP, 1998b. Además, puede obtenerse información adicional sobre las MTD y MPA referidas a los hornos de cemento que incineran desechos peligrosos en Comisión Europea, 2001 y UNEP 2004c. Véase el anexo V, Bibliografía.

temperaturas llegan a ser de 1.400°C–1.500°C. A medida que los materiales se desplazan en el horno son sometidos a un proceso de secado y tratamiento térmico para formar el clínker.

172. *Eficiencia:* Se han registrado valores de ERD superiores al 99, 99998% para los PCB en varios países (Ahling, 1979; Benestad, 1989; Luber, 1987; Mantus, 1992. US EPA, 1986; Lauber, 1982; von Krogbeumker, 1994; Black 1983).

173. *Tipos de desechos:* Como se mencionó anteriormente, los hornos de cemento se han probado con PCB, pero deben ser aplicables a otros COP. En los hornos de cemento se pueden tratar desechos tanto líquidos como sólidos⁶⁷.

174. *Tratamiento previo:* El tratamiento previo puede incluir:

- a) La desorción térmica previa de desechos sólidos;
- b) La homogenización de desechos sólidos y líquidos mediante secado, trituration, mezcla y molienda.

175. *Emisiones y residuos:* Entre las emisiones posibles figuran los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, el dióxido de azufre y otros óxidos de azufre, metales y sus compuestos, cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno, amoníaco, PCDD, PCDF, benceno, tolueno, xileno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, clorobencenos y PCB⁶⁸. No obstante, cabe señalar que los hornos de cemento pueden cumplir con el requisito de mantener los niveles de emisiones a la atmósfera de PCDD y PCDF por debajo de 0,1 ng EQT/Nm³.⁶⁹ Entre los residuos figura el polvo del horno de cemento capturado por el sistema de control de la contaminación atmosférica.

176. *Control de liberaciones y postratamiento:* Los gases de proceso requieren ser tratados para eliminar el polvo del horno de cemento y los compuestos orgánicos, el dióxido de azufre, el óxido de nitrógeno, así como el calor, a fin de reducir al mínimo la formación de PCDD y PCDF. Entre los tratamientos figuran el uso de precalentadores, precipitadores electrostáticos, filtros textiles y filtros de carbón activado⁷⁰. Se han registrado concentraciones de PCDD y PCDF en los polvos del horno de cemento que oscilan entre 0,4 y 2,6 mg/kg^{71, 72}. En consecuencia, los polvos del horno de cemento que recuperados deben ser realimentados a los hornos, en la mayor medida posible, mientras que el resto quizás deba ser eliminado en un vertedero especialmente diseñado, a un almacenamiento permanente en una formación o mina subterránea.

177. *Requisitos energéticos:* Los nuevos sistemas de horno, con precalentador de ciclones de cinco etapas y precalcinadores necesitarán como promedio 2 900–3 200 MJ para producir 1 Mg de clínker⁷³.

178. *Requisitos materiales:* La producción de cemento requiere grandes cantidades de materiales, en particular, piedra caliza, silicio, alúmina, óxidos de hierro y yeso⁷⁴.

179. *Movilidad:* Los hornos de cemento están disponibles sólo como plantas fijas.

180. *Salud y seguridad:* El tratamiento de desechos en hornos de cemento puede considerarse un proceso relativamente seguro si se diseña y aplica adecuadamente⁷⁵.

181. *Capacidad:* Los hornos de cemento que incineran desechos como combustible complementario normalmente están limitados a un máximo de 40% de los requisitos de calor en forma de desechos

⁶⁷ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y UNEP, 2004c, en el anexo V, Bibliografía.

⁶⁸ Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

⁶⁹ Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

⁷⁰ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Karstensen, 2006 y UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

⁷¹ No se ofrecieron los EQT.

⁷² Véase UNEP 2004a en el anexo V, Bibliografía.

⁷³ *Ibíd.*

⁷⁴ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

⁷⁵ *Ibíd.*

peligrosos⁷⁶. No obstante, se ha señalado que los hornos de cemento con una alta producción podrían tratar cantidades considerables de desechos⁷⁷.

182. *Otras cuestiones prácticas:* Los hornos de cemento utilizados en el tratamiento de desechos pueden requerir modificaciones en el horno rotativo⁷⁸. Los puntos posibles de alimentación para suministrar combustible al horno son:

- a) El quemador principal situado en el extremo de salida del horno rotatorio;
- b) Una tolva de alimentación en la cámara de transición en el extremo de entrada del horno rotatorio (para combustible a granel);
- c) Quemadores secundarios en el conducto ascendente;
- d) Quemadores de precalcificación en el precalcinador;
- e) Una tolva de alimentación en el precalcinador/precalentador (para combustible a granel);
- f) Una válvula en la mitad del horno en el caso de hornos rotatorios largos para la fabricación por vía húmeda y seca (para combustible a granel), (UNEP, 2004c).

183. Los cloruros influyen en la calidad del cemento, por lo que es preciso limitarlos. El cloro está presente en todas las materias primas utilizadas en la fabricación de cemento, por lo que el contenido de cloro del desecho peligroso es esencial. Ahora bien, si se combinan suficientemente, los hornos rotatorios de cemento pueden tratar desechos peligrosos con contenidos elevados de cloro.

184. *Comercialización:* En Estados Unidos de América, algunos países de Europa y algunos países en desarrollo se han utilizado hornos rotatorios de cemento para tratar desechos contaminados con COP. (World Business Council, 2004: Formation and Release of POPs in the Cement Industry, Kartensen, 2006).

185. *Proveedores:* En el inventario mundial de la capacidad de destrucción de PCB se describen varias operaciones de co-incineración en horno rotatorio de cemento en curso⁷⁹.

e) **Reducción química en fase gaseosa (RQFG)**⁸⁰

186. *Descripción del proceso:* El proceso de RQFG entraña la reducción termoquímica de compuestos orgánicos. A temperaturas superiores a los 850°C y a bajas presiones, el hidrógeno reacciona con los compuestos orgánicos clorados para formar principalmente metano y cloruro de hidrógeno.

187. *Eficiencia:* Se han registrado DE de 99,9999% para DDT, HCB, PCB, PCDD y PCDF⁸¹.

188. *Tipos de desechos:* Además de las sustancias mencionadas anteriormente, el proceso de RQFG debe ser apropiado también para tratar desechos consistentes en todos los demás COP contaminados que los contengan, o estén contaminados con ellos⁸². La RQFG es capaz de tratar desechos con concentraciones elevadas de COP⁸³, incluidos líquidos acuosos y oleosos, suelos, sedimentos, transformadores y condensadores⁸⁴.

198. *Tratamiento previo:* Según el tipo de desecho, se utiliza una de las tres unidades de tratamiento previo siguientes para volatilizar los desechos antes de que sean tratados en el reactor de RQFG:

⁷⁶ Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

⁷⁷ Véase UNEP, 1998b en el anexo V, Bibliografía.

⁷⁸ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

⁷⁹ Véase UNEP, 1998b en el anexo V, Bibliografía.

⁸⁰ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Kümmling, Gray, Power and Woodland, 2001; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004b; y Vijgen, 2002. Véase el anexo V, Bibliografía.

⁸¹ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling, 2001; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002. Véase en el anexo V, Bibliografía.

⁸² Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

⁸³ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V Bibliografía.

⁸⁴ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

- a) Procesador de reducción térmica por lotes (PTRL) para los sólidos a granel, incluidos los envasados en bidones;
- b) Reactor Torbed para suelos y sedimentos contaminados, que también puede adaptarse para el tratamiento de líquidos;
- c) Sistema de precalentador de desechos líquidos (SPDL)⁸⁵.

190. Además, es necesario realizar otros tipos de procesamiento previo para grandes condensadores y escombros de construcción. Los grandes condensadores se perforan y drenan, mientras que el tamaño de los escombros y el hormigón se debe reducir de tamaño a menos de un metro cuadrado⁸⁶.

191. *Emisiones y residuos:* Además de cloruro de hidrógeno y metano es posible que se liberen hidrocarburos de bajo peso molecular. Entre los residuos del proceso de RQFG están licores y agua de desecho. Los desechos sólidos tratados generarán también residuos sólidos⁸⁷. Como el proceso de RQFG tiene lugar en una atmósfera reductora, se considera que la posibilidad de que se formen PCDD y PCDF es limitada⁸⁸.

192. *Control de liberaciones y postratamiento:* Los gases que salen del reactor son depurados para eliminar el agua, el calor, los ácidos y el dióxido de carbono⁸⁹. Los residuos y partículas del depurador deberán ser eliminados fuera de la instalación⁹⁰. Los residuos sólidos que generen los desechos sólidos tratados deberán ser aptos para la eliminación en vertederos⁹¹.

193. *Requisitos energéticos:* El metano que se produce durante el proceso puede aportar gran parte del combustible necesario⁹². Se ha registrado que el consumo de electricidad oscila entre 96 kWh por tonelada de suelo tratado y unos 900 kWh por tonelada de contaminantes orgánicos puros tratados⁹³.

194. *Requisitos materiales:* Es necesario el suministro de hidrógeno, al menos durante la iniciación del proceso. Se ha determinado que el metano producido durante el proceso de RQFG se puede utilizar para formar cantidades de hidrógeno suficientes para alimentar el proceso en las etapas posteriores⁹⁴. Sin embargo, la unidad de producción de hidrógeno ha tenido numerosos problemas de fiabilidad en el pasado⁹⁵. Entre los demás requisitos materiales está la solución cáustica para el depurador de ácidos⁹⁶.

195. *Movilidad:* La tecnología de RQFG está disponible en unidades fijas y móviles⁹⁷.

196. *Salud y seguridad:* La utilización del hidrógeno gaseoso bajo presión requiere controles y salvaguardias apropiados a fin de evitar que se formen mezclas explosivas de aire-hidrógeno⁹⁸. La experiencia operacional acumulada hasta hoy indica que el proceso de RQFG se puede realizar en condiciones de seguridad⁹⁹.

197. *Capacidad:* La capacidad del proceso de RQFG depende de la capacidad de las tres unidades de tratamiento previo, como se especifica a continuación:

⁸⁵ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2004 en el anexo V, Bibliografía.

⁸⁶ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

⁸⁷ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

⁸⁸ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Bibliografía.

⁸⁹ Véanse Kümmling et al., 2001; CMPS&F – Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁰ Véanse Rahuman et al., 2000 y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

⁹¹ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía.

⁹² Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

⁹³ CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁴ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁵ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1999 en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁶ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁷ Véanse UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁸ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

⁹⁹ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía.

a) Una unidad de PTRL es capaz de tratar hasta 100 toneladas de sólidos mensuales o hasta 4 litros de líquido por minuto. Se pueden utilizar en paralelo dos unidades de TRBP para duplicar esta capacidad;

b) El reactor Torbed tiene una capacidad de hasta 5 000 toneladas mensuales de suelos y sedimentos, aunque esta unidad de tratamiento previo está aún en la fase de desarrollo;

c) El PTRL tiene una capacidad de tres litros por minuto¹⁰⁰.

198. *Otras cuestiones prácticas:* En etapas de desarrollo anteriores se observó que contaminantes como el azufre y el arsénico inhibían el tratamiento, pero se desconoce si este problema continúa¹⁰¹.

199. *Comercialización:* En Canadá y Australia se han explotado a escala comercial plantas de RQFG. En Australia, la planta de RQFG viene funcionando desde hace cinco años. Además, recientemente se concedió autorización a una planta de RQFG en el Japón¹⁰².

200. *Proveedores:* La patente de esta tecnología es propiedad del único proveedor ELI Eco Logic International Inc. (www.ecologic.ca). ELI Eco Logic International Inc. vende las licencias para explotar la tecnología.

f) **Incineración de desechos peligrosos¹⁰³**

201. *Descripción del proceso:* En la incineración de desechos peligrosos se utiliza la combustión con llama controlada para el tratamiento de los contaminantes orgánicos, principalmente en hornos rotatorios. Normalmente, un proceso de tratamiento consiste en calentar a temperaturas superiores a 850°C, si el contenido de cloro es superior al 1% a 1.000°C, con un tiempo de residencia de más de 2 segundos, en condiciones que garanticen una mezcla adecuada. Existen varias configuraciones de incineradores especiales de desechos peligrosos, entre ellos incineradores de horno rotatorio y hornos estáticos (solamente para líquidos). También se utilizan para la incineración de desechos peligrosos calderas de alto rendimiento y hornos rotatorios para agregados ligeros. (Puede obtenerse información adicional relacionada con esta tecnología en Brunner, 2004).

202. *Eficiencia:* Se han registrado ERD superiores a 99,9999% en el tratamiento de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos¹⁰⁴. Se han determinado ED superiores al 99,999% y ERD superiores al 99,9999% para aldrina, clordano y DDT (Ministerio del Medio Ambiente, Japón, 2004), y se han registrado ED entre 83,15% y 99,88 % para PCB (EPA, 1990).

203. *Tipos de desechos:* Como se ha señalado anteriormente, los incineradores de desechos peligrosos pueden tratar desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. Los incineradores pueden diseñarse de manera que acepten desechos en cualquier concentración o forma física, es decir, gases, líquidos, sólidos, fangos y lechadas¹⁰⁵.

204. *Tratamiento previo:* Según la configuración, el tratamiento previo podría requerir, el mezclado, la desecación y la trituración de los desechos¹⁰⁶.

205. *Emisiones y residuos:* Entre las emisiones figuran el monóxido de carbono, dióxido de carbono, HCB, cloruro de hidrógeno, partículas, PCDD, PCDF y PCB, y vapor de agua¹⁰⁷. Los incineradores a los que se aplican las MTD, entre otras, diseñados para funcionar a altas temperaturas y provistos de dispositivos para impedir la reformación de los PCDD y PCDF y remoción especial de PCDD y PCDF (p. ej. filtros de carbón activado), producen emisiones en la atmósfera y descargas al agua muy bajas de

¹⁰⁰ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰¹ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰² Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; Ray, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰³ Puede encontrarse información adicional en Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR), 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1995c; UNEP, 1998; UNEP, 2001 y United States Army Corps of Engineers, 2003. Asimismo, información sobre las MTD y MPA relacionadas con los incineradores de desechos peligrosos puede hallarse en Comisión Europea 2004 y UNEP 2006. Véase el anexo V, Bibliografía.

¹⁰⁴ Véanse FRTR, 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1998b y UNEP, 2001 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰⁵ Véase UNEP, 1995c en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰⁶ Véanse UNEP, 1995c; UNEP, 1998b y UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰⁷ Véanse UNEP, 1995c; UNEP, 1998b y UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

PCDD y PCDF¹⁰⁸. En los residuos, los PCDD y los PCDF se encuentran principalmente en las cenizas volantes y sales, y en cierto grado, en las cenizas de fondo y los fangos acuosos del depurador.

206. *Control de liberaciones y postratamiento:* Puede ser necesario tratar los gases de proceso para eliminar el cloruro de hidrógeno y las partículas, así como para evitar la formación de COP y eliminar los producidos de forma no intencional. Ello puede lograrse combinando varios tipos de postratamiento, incluidos ciclones, multiciclones, filtros electrostáticos, filtros de lecho estático, depuradores, reducción catalítica selectiva, sistemas de enfriamiento rápido y adsorción en carbono¹⁰⁹. Según sus características, puede ser necesario eliminar las cenizas de fondo y las volantes en un vertedero especialmente diseñado¹¹⁰.

207. *Requisitos energéticos:* La cantidad de combustible necesario dependerá de la composición y del valor calorífico del desecho.

208. *Requisitos materiales:* Entre los *requisitos* materiales están el agua de enfriamiento y la cal u otro material apropiado para la eliminación de los gases ácidos.

209. *Movilidad:* Los incineradores de *desechos* peligrosos están disponibles en unidades móviles y fijas.

210. *Salud y seguridad:* Entre los peligros para la salud y la seguridad figuran los asociados con las elevadas temperaturas de funcionamiento¹¹¹.

211. *Capacidad:* Los incineradores de *desechos* peligrosos pueden tratar entre 30.000 y 100.000 toneladas anuales¹¹².

212. *Otras cuestiones prácticas:* Ninguna *que* informar hasta el momento.

213. *Comercialización:* Hay una *extensa experiencia* en la incineración de desechos peligrosos¹¹³.

214. *Proveedores:* En el inventario de la capacidad mundial de destrucción de PCB figuran varias instalaciones de incineración de *desechos* peligrosos existentes¹¹⁴.

g) Reacción de decloración fotoquímica (DFQ) y reacción de decloración catalítica (DC)

215. *Descripción del proceso:* La DFQ y DC son tecnologías que utilizan métodos combinados de reacción de decloración fotoquímica (DFQ) y reacción de decloración catalítica (DC) (Watanabe, Ohara y Tajima, 2002 y Watanabe, Ohara, Tarima, Yoneki y Hosya, 2003). En el proceso de destrucción los PCB se mezclan con hidróxido de sodio (NaOH) y alcohol isopropílico (AIP) de modo que la concentración de PCB en el AIP deberá alcanzar algunos porcentajes en peso. Posteriormente, los PCB se decloran mediante dos procesos independientes, es decir, los procesos DFQ y DC. Cada proceso se desarrolla a temperatura moderada (<75°C) y a presión atmosférica. Una vez que los PCB se han declorado, se producen bifenilo, cloruro de sodio, acetona y agua, pero no se producen gases tales como el hidrógeno o el ácido hidroclórico.

216. *Eficiencia:* Se han logrado ED de 99,99% a 99,9999% para PCB y de 99,9999% a 99,999999% para PCDD y PCDF (Tajima et al., 2003; y Watanabe et al., 2003).

217. *Tipos de desechos:* Se ha comprobado que el proceso de DFQ y DC tratan aceites de transformadores y condensadores que contienen PCB en concentraciones elevadas y contaminados con PCDD y PCDF, y deberán ser aplicables igualmente a otros COP. Con esta tecnología no se pueden tratar suelos ni fangos. Los PCB en ropas, embalajes, madera y otros materiales muy porosos deben extraerse mediante un disolvente.

218. *Tratamiento previo:* El equipo eléctrico contaminado con PCB requiere cierto tratamiento previo. Tras eliminar los PCB del equipo se desmonta y se separa, el material contaminado tales como cajas, bobinas y papeles de aislamiento. Se extraen los PCB de estos materiales mediante un agente de lavado hidrocarburoado, tal como el decano. Los PCB y los disolventes se separan en un destilador. Los PCB y los disolventes destilados se destruyen mediante los procesos de DFQ y DC, respectivamente. El

¹⁰⁸ UNEP, 2001 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁰⁹ UNEP, 2004c

¹¹⁰ Véase United States Army Corps of Engineers, 2003 en el anexo V, Bibliografía.

¹¹¹ *Ibíd.*

¹¹² Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Bibliografía.

¹¹³ Véase UNEP, 2001 en el anexo V, Bibliografía.

¹¹⁴ Véase UNEP, 1998 en el anexo V, Bibliografía.

disolvente vuelve a utilizarse para lavado. No es necesario el tratamiento previo de suelos, fangos y agua.

219. *Emisiones y residuos potenciales:* Se prevé que las emisiones atmosféricas serán relativamente de poca importancia. Teóricamente no se considera la posibilidad de que se formen PCDD y PCDF durante los procesos de DFQ y DC. Entre los residuos figuran el cloruro de sodio y el catalizador usado (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).

220. *Postratamiento:* Un destilador separa el AIP de la disolución, y grandes fracciones del AIP pueden reciclarse varias veces como disolvente de PCB. Entre los desechos producidos en los procesos, figuran bifenilos, cloruro de sodio, acetona, agua y el AIP residual. El cloruro de sodio se saca de la disolución y mediante filtrado se elimina en vertedero. El catalizador utilizado se lava con agua con el fin de eliminar el cloruro de sodio, y puede utilizarse varias veces para el proceso de DC.

221. *Requisitos energéticos:* El proceso de DFQ requiere 3 MJ/kg de PCB para la lámpara de mercurio. Se prevé que los requisitos energéticos sean relativamente bajos debido a las bajas temperaturas de desarrollo del proceso (75°C) asociadas con los procesos DFQ y DC (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).

222. *Requisitos materiales:*

- a) Alcali: NaOH (NaOH/Cl = 1,3);
- b) Catalizador: 2 kg/m³ por volumen del donante de hidrógeno;
- c) Donante de hidrógeno: AIP.

223. *Movilidad:* Existen plantas modulares y transportables. En Kawasaki (Japón) se ha instalado una planta fija.

224. *Salud y seguridad:* En general, los riesgos para la salud y la seguridad asociados con el desarrollo de esta tecnología se consideran bajos. (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003; Sasaki, et al., 2003).

225. *Capacidad:* La tecnología de DFQ y DC existe con una capacidad de 50 kg de aceite diarios por unidad. La capacidad puede ser flexible dadas las dimensiones de la instalación (por ejemplo, inferior o hasta 2 toneladas/día).

226. *Otras cuestiones prácticas:* El método de DFQ y DC es especialmente adecuado para PCB puros. Esta tecnología satisface la estricta normativa sobre liberaciones de Japón (PCB en el aceite de desecho < 0,5 mg/k).

227. *Comercialización:* Las tecnologías de DFQ y DC han funcionado en Kawasaki (Japón) durante los dos últimos años (Watanabe et al., 2002 y Watanabe et al., 2003).

228. *Proveedor(es):* La patente y todos los derechos en relación con esta tecnología están en posesión de la empresa Toshiba y reservados para ella (www.toshiba.co.jp/efort/market/pcb/index_j.htm). Toshiba Corporation vende licencias para la utilización de la tecnología.

229. *Información adicional:* En la guía técnica para el tratamiento de PCB de Japón figura información adicional (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999) y también; Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003; Sasaki et al., 2003; Noma et al., 2003; Noma et al., 2003; Noma et al., 2003).

h) Arco de plasma¹¹⁵

230. *Descripción del proceso:* El proceso PlasconTM emplea un arco de plasma con temperaturas superiores a los 3 000°C para tratar los desechos por pirólisis. Junto con el argón, los desechos se inyectan directamente en el arco de plasma y las altas temperaturas hacen que los compuestos se disocien en sus iones y átomos elementales. La recombinación tiene lugar en una zona de temperatura más baja de la cámara de reacción, que produce un enfriamiento que da lugar a la formación de moléculas simples¹¹⁶.

¹¹⁵ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 1998b; UNEP, 2000b; UNEP, 2001 y UNEP, 2004b. Véase el anexo V, Bibliografía.

¹¹⁶ Véase CMPS&F- Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

231. *Eficiencia:* Los ensayos en banco de pruebas con aceites que contienen un 60% de PCB han obtenido EDR que oscilan entre el 99,9999% y 99,999999%¹¹⁷.
232. *Tipos de desechos:* Además de los aceites con PCB, en Australia recientemente se configuró una planta PlasconTM para tratar desechos de plaguicidas¹¹⁸. Los tipos de desechos que se tratarán deberán ser líquidos o gases, o sólidos si se encuentran en forma de una lechada fina que se pueda bombear. Los líquidos muy viscosos o fangos con una densidad superior a la del aceite de motor 30 a 40 ponderal, no pueden ser procesados sin tratamiento previo. Tampoco podrán tratarse otros desechos sólidos a menos que reciban algún tipo de tratamiento previo¹¹⁹.
233. *Tratamiento previo:* El tratamiento previo no es necesario para la mayoría de los líquidos. Los sólidos como los suelos contaminados, condensadores y transformadores se podrán tratar previamente empleando la desorción térmica o la extracción por solventes¹²⁰.
234. *Emisiones y residuos:* Entre las emisiones figuran gases consistentes en argón, dióxido de carbono y vapor de agua. Los residuos incluyen una solución acuosa de sales inorgánicas de sodio, como el cloruro de sodio, bicarbonato de sodio y fluoruro de sodio. Los ensayos a escala de banco de pruebas con PCB indicaron niveles de PCDD en el agua del depurador y los gases de combustión del orden de partes por billón (ppt)¹²¹ En la planta PlasconTM de Australia se solían tratar varios desechos, el nivel de PCB en los efluentes deslargados, cumple el límite de 2 ppb¹²². Se desconocen las concentraciones de COP en los residuos sólidos¹²³.
235. *Control de liberaciones y postratamiento:* En la actualidad, se dispone de muy poca información sobre los requisitos de postratamiento.
236. *Requisitos energéticos:* Una unidad con tecnología Plascon de 150 kW necesita de 1.000 a 3.000 kWh de electricidad por tonelada de desecho¹²⁴.
237. *Requisitos materiales:* En la actualidad se dispone de muy poca información sobre los requisitos materiales. Sin embargo, se ha señalado que este proceso necesita gas argón, gas oxígeno, agua de refrigeración y agente cáustico¹²⁵.
238. *Movilidad:* El Plascon puede encontrarse disponible como unidad fija o móvil¹²⁶.
239. *Salud y seguridad:* Dado que el proceso Plascon es de baja producción, existe muy poco riesgo asociado con la liberación de desechos parcialmente tratados en caso de que falle el proceso¹²⁷. En la actualidad, se dispone de poca información adicional sobre salud y seguridad.
240. *Capacidad:* Una unidad Plascon de 150 kW puede procesar de 1 a 3 toneladas de desechos diariamente¹²⁸.
241. *Otras cuestiones prácticas:* *Otras cuestiones prácticas:* Cabe notar que los metales o los compuestos similares a los metales (por ej., el arsénico) pueden llegar a interferir en los catalizadores o causar problemas con la eliminación del residuo. Por ejemplo, las sustancias arsenicales presentes en desechos de plaguicidas exportados de las islas del Pacífico con el objeto de ser eliminados en Australia por medio del proceso PlasconTM han presentado un problema particular para ese proyecto.
242. *Comercialización:* BCD Technologies tiene dos plantas de plasma en funcionamiento en Australia: una en Brisbane para PCB y COP; y otra en Melbourne para tratar CFC y halones. La misma empresa tiene también una planta de DCB para PCB y COP en baja concentración, así como dos desorbedores térmicos para tratar sólidos contaminados. Mitsubishi Chemical Corporation ha instalado

¹¹⁷ Véanse Arruman et al, 2000 y UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía.

¹¹⁸ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía.

¹¹⁹ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹²⁰ *Ibid.*

¹²¹ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Bibliografía.

¹²² Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹²³ *Ibid.*

¹²⁴ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997, en el anexo V, Bibliografía.

¹²⁵ Véanse CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹²⁶ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Bibliografía.

¹²⁷ Véanse CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹²⁸ *Ibid.*

una planta Plascon en Japón para tratar desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

243. *Proveedores:* El proveedor del proceso Plascon^{MR} es SRL Plasma Pty Ltd., Narangba, Australia (www.srlplasma.com.au) y la Commonwealth Scientific Industrial Research Organization (CSIRO). Las tres patentes de Plascon^{MR} están en posesión de SRL Plasma Pty Ltd. y CSIRO.

i) Método del terc-butoxido de potasio

244. *Descripción del proceso:* Los PCB en aceites de aislamiento se declaran mediante reacción con el terc-butoxido de potasio (t-BuOK). El t-BuOK reacciona con el cloro de los PCB para producir sal y desecho no clorado. Normalmente, el proceso se desarrolla a presión atmosférica y temperaturas comprendidas entre 200°C y 240°C (Oono, Kaneda y Kirata, 1997 y Oono y Kaneda, 1997).

245. *Eficiencia:* Se han registrado ED de 99,98% a 99,9999% para PCB. También se ha determinado que puede conseguirse una reducción del contenido de PCB hasta menos de 0,5 mg/kg.

246. *Tipos de desechos:* El método del t-BuOK se ha comprobado con aceites minerales con bajo nivel de contaminación. Un proveedor afirma también que pueden tratarse con el método t-BuOK desechos clorados en estado líquido o disueltos en disolventes.

247. *Tratamiento previo:* El t-BuOK reacciona con el agua para producir hidróxido de potasio y terc-butanol. Si los aceites minerales contaminados con PCB contienen un elevado volumen de agua, el terc-BuOK reaccionará más fácilmente con el agua que con el *cloro* de los PCB. Por lo tanto, debe eliminarse el agua de los aceites antes de la reacción.

248. *Emisiones y residuos:* Durante la reacción no se producirán emisiones. Existen pocas posibilidades de que se *formen* PCDD y PCDF como subproductos durante la reacción debido a la muy elevada velocidad de descloración, que hace que el cloro se libere rápidamente (Takigami, Sakai y Oono, 2002a y 2002b).

249. *Control de liberaciones y postratamiento:* Los subproductos pueden separarse de los aceites por lavado con agua después de la reacción. Pueden volver a utilizarse como combustible los *aceites* descontaminados.

250. *Requisitos energéticos:* Se espera que los requisitos energéticos sean relativamente bajos *debido* a las bajas temperaturas a las que se desarrolla el proceso t-BuOK.

251. *Requisitos materiales:* Cuando el contenido en PCB de los aceites minerales es inferior a 200 ppm, la cantidad de t-BuOK necesaria es del 0,5% aproximadamente en peso de los aceites contaminados.

252. *Movilidad:* Este proceso está disponible en configuraciones fijas y móviles, según el volumen del aceite *contaminado* que se vaya a tratar.

253. *Salud y seguridad:* En general, los *riesgos* para la salud y la seguridad asociados con el empleo de esta tecnología se consideran muy bajos.

254. *Capacidad:* Se ha determinado que se han tratado 36.000 litros diarios de aceite contaminado usando esta tecnología en Japón.

255. *Otras cuestiones prácticas:* Con esta tecnología, es posible tratar una gran cantidad de aceites contaminados en un breve período de tiempo ya que puede aplicarse de modo continuo.

256. *Comercialización:* Una empresa de Japón ha tratado aceites minerales contaminados en una planta de *funcionamiento* continuo desde 2004.

257. *Proveedor(es):* La patente de esta tecnología es propiedad de Kansai Electric Power Co y Kanden-Engineering Co. (www.kanden-eng.co.jp).

258. *Información adicional:* Figura información adicional en la Directriz Técnica para el tratamiento de PCB de Japón (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999).

j) Oxidación en agua supercrítica (OASC) y oxidación en agua subcrítica¹²⁹

259. *Descripción del proceso:* La OASC y la oxidación en agua subcrítica trata los desechos en un sistema cerrado y utiliza un oxidante (como oxígeno, peróxido de hidrógeno, nitrito, nitrato, etc.) en agua a temperaturas y presiones por encima del punto crítico del agua (374°C y 218 atmósferas) y por debajo de condiciones subcríticas (370°C y 262 atmósferas). En estas condiciones, los materiales orgánicos se tornan muy solubles en agua y se oxidan para producir dióxido de carbono, agua y sales o ácidos inorgánicos.

260. *Eficiencia:* Se han registrado ED superiores al 99,999% y ERD superiores al 99,9999% para aldrina, clordano y PCB con la OASC (Ministerio del Medio Ambiente de Japón, 2004). Se han registrado ED superiores al 99,999999% y ERD superiores al 99,9999999% en el caso de la oxidación en agua subcrítica (Ministerio de Medio ambiente de Japón, 2004). Se han comprobado también ERD de hasta 99,9999% para PCDD en ensayos efectuados en banco de pruebas¹³⁰.

261. *Tipos de desechos:* Se considera que la OASC y la oxidación de agua subcrítica se pueden aplicar a todos los COP¹³¹. (Japan industrial Waste Management Foundation, 1999). Entre los tipos de desechos a los que puede aplicarse esta tecnología están los desechos acuosos, los aceites, los disolventes y los sólidos con un diámetro inferior a 200 µm. El contenido orgánico de los desechos está limitado a menos de 20%¹³².

262. *Tratamiento previo:* Tal vez sea necesario diluir los desechos concentrados antes del tratamiento, a fin de reducir el contenido orgánico a menos del 20%. En el caso de la oxidación en agua subcrítica, no es necesaria la dilución de los desechos. Si existen sólidos, deberán reducirse a un diámetro inferior a 200 µm.

263. *Emisiones y residuos:* Durante la destrucción de PCB en laboratorio, se comprobó que la tecnología de OASC puede dar lugar a concentraciones elevadas de PCDF (del orden de algún porcentaje), durante la degradación de PCB, incluso a temperaturas de funcionamiento práctico (Weber, 2004). Se ha determinado que las emisiones no contienen óxidos de nitrógeno ni gases ácidos como el cloruro de hidrógeno u óxidos de azufre y que los residuos del proceso consisten en agua y sólidos, si el desecho contiene sales inorgánicas o compuestos orgánicos con halógenos, azufre o fósforo¹³³. Existe muy poca información sobre concentraciones probables de sustancias químicas no destruidas¹³⁴. El proceso se ha diseñado para permitir la captura de emisiones y residuos a fin de procesarlos nuevamente si fuera necesario¹³⁵.

264. *Control de liberaciones y postratamiento:* En la actualidad no se dispone de información específica sobre los requisitos del tratamiento posterior.

265. *Requisitos energéticos:* Se prevé que los requisitos energéticos sean relativamente elevados debido a las combinaciones de altas temperaturas y presiones. Se afirma, sin embargo, que mientras que el desecho tenga un contenido de hidrocarburos relativamente alto, no será necesaria la energía para que los desechos alcancen temperaturas supercríticas¹³⁶.

266. *Requisitos materiales:* El recipiente de reacción de la OASC y oxidación en agua subcrítica debe estar construido con materiales capaces de resistir la corrosión causada por los iones halógenos¹³⁷. La corrosión puede ser grave dadas las temperaturas y presiones a las que opera la OASC y la oxidación en aguas subcrítica. Se sugirió el uso de aleaciones de titanio para solucionar este problema. Los proveedores actuales afirman haber resuelto este problema mediante el uso de materiales y diseños de ingeniería avanzados¹³⁸.

¹²⁹ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001 y UNEP, 2004b. Véase el anexo V, Bibliografía.

¹³⁰ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y Vijgen, 2002, en el anexo V, Bibliografía.

¹³¹ Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹³² Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y Vijgen, 2002, en el anexo V, Bibliografía.

¹³³ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997, en el anexo V, Bibliografía.

¹³⁴ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹³⁵ Véase UNEP, 2004b, en el anexo V, Bibliografía.

¹³⁶ Véase Rahuman et al., 2000, en el anexo V, Bibliografía.

¹³⁷ Véase Vijgen, 2002, en el anexo V, Bibliografía.

¹³⁸ *Ibíd.*

267. *Movilidad*: Actualmente las unidades de OASC y oxidación en agua subcrítica se usan en configuración fija, pero se estima que pudieran ser transportables¹³⁹.
268. *Salud y seguridad*: Las altas temperaturas y presiones empleadas en este proceso requieren precauciones de seguridad especiales¹⁴⁰.
269. *Capacidad*: Las actuales unidades experimentales de OASC pueden tratar 500 kg/h, mientras que las unidades en gran escala estarán diseñadas para tratar 2 700 kg/h¹⁴¹.
270. *Otras cuestiones prácticas*: Los diseños anteriores tenían numerosos problemas de fiabilidad, corrosión y obturación. Sin embargo, los actuales proveedores, afirman haber resuelto estos problemas mediante el empleo de diseños especiales de reactores y materiales resistentes a la corrosión¹⁴².
271. *Comercialización*: Recientemente comenzó a funcionar en el Japón una planta comercial en gran escala. Asimismo, el proceso OASC ha sido aprobado para su desarrollo en gran escala y utilización en el programa de destrucción de armas químicas de los Estados Unidos de América.
272. *Proveedores*: Algunas de las empresas que ofrecen estos servicios son:
- Foster Wheeler Development Corporation (www.fosterwheeler.com)
 - General Atomics (www.ga.com); y
 - Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (www.mhi.co.jp).

k) Producción térmica y metalúrgica de metales

273. *Descripción del proceso*: Los procesos que se describen *infra* están diseñados primordialmente para la recuperación de hierro y metales no ferrosos (MNF); por ejemplo, aluminio, cobre, cinc, plomo y níquel a partir de concentrados de minerales así como de materias primas secundarias (productos intermedios, desechos). No obstante, debido a la naturaleza de los procesos, en algunos casos se utilizan con fines comerciales para la destrucción del contenido de COP de desechos apropiados (véase el párrafo 275). En los documentos de referencia europeos sobre MTD^{143, 144}:

a) En los procesos relacionados con la destrucción del contenido de COP en los desechos ferrosos se utilizan determinados tipos de alto horno, horno de pozo u horno de forja. Todos esos procesos funcionan en atmósferas reductoras a altas temperaturas (1200°C-1450°C). La alta temperatura y la atmósfera reductora destruyen los PCDD y PCDF contenidos en los desechos y evitan la síntesis *de novo*. En los procesos de alto horno y horno de pozo se utilizan coque y otros agentes reductores para disminuir el insumo ferroso para fundir hierro. No hay emisiones directas de gas de proceso por cuanto se utiliza como combustible secundario. En el proceso de horno de forja, el material ferroso se carga en un horno de forja múltiple junto con carbón mineral. El óxido de hierro se reduce directamente a hierro reducido directamente (HRD) sólido. En una segunda etapa, el hierro reducido se funde en un horno de arco eléctrico para producir hierro fundido;

b) Los procesos pertinentes para la destrucción del contenido de COP en desechos que contienen MNF son el proceso de horno rotatorio Waeltz y los procesos de extracción por baño fundente en los que se usan hornos verticales u horizontales. Esos procesos son reductores, alcanzan temperaturas de 1200°C y utilizan el temple rápido, con lo cual se destruyen los PCDD y PCDF y se evita la síntesis *de novo*. En el proceso Waeltz, los polvos, los fangos, las tortas de filtros, etc. cincíferos, procedentes de acerías, se aglomeran y funden conjuntamente con un agente reductor. A temperaturas de 1200°C, el cinc se volatiliza y se oxida a "Óxido de Waeltz", que se recoge en un dispositivo de filtro. En el proceso de horno de baño vertical, los residuos cupríferos se funden a temperaturas de al menos 1200 °C. El polvo del filtro se utiliza para la producción de cinc y compuestos de cinc. En el proceso de horno de baño horizontal, los residuos plomosos y concentrados minerales se cargan continuamente a un baño de fundición que tiene una zona de oxidación y una zona de reducción con temperaturas entre 1000 y 1200°C. El gas de proceso (concentración de SO₂ superior a 10%) se utiliza para la producción de ácido sulfúrico después de la recuperación de calor y el despolvado. El polvo derivado del proceso se recicla después de la lixiviación de cadmio.

¹³⁹ Véase UNEP, 2004b y Vijgen, 2004, en el anexo V, Bibliografía.

¹⁴⁰ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁴¹ Véase UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁴² *Ibíd.*

¹⁴³ Comisión Europea, 2001a en el anexo V, Bibliografía.

¹⁴⁴ Comisión Europea, 2001b en el anexo V, Bibliografía.

274. *Eficiencia*: No se dispone de datos sobre la ED ni la EDE.
275. *Tipos de desecho*: Los procesos que se describen en el párrafo 273 *supra* son específicos para el tratamiento de los desechos siguientes:
- a) Residuos derivados de procesos de fabricación de hierro y acero tales como polvos o fangos resultantes del tratamiento gaseoso o incrustación de hornos que puedan estar contaminados con PCDD y PCDF;
 - b) Los polvos de filtro cincíferos procedentes de acerías, los polvos de sistemas de limpieza mediante gas de fundidores de cobre, etc., y los residuos de lixiviación plomosos de la producción de MNF que puedan estar contaminados con PCDD y PCDF.
276. *Tratamiento previo*: Los materiales ferrosos reciclados mediante el proceso de alto horno convencional requieren tratamiento previo en una planta de aglomeración. En el caso del proceso de horno de pozo (horno "Oxycup") el desecho ferroso se comprime en briquetas, se seca y se endurece. Generalmente, el proceso de horno de forja múltiple no requiere tratamiento previo, aunque es posible que en algunos casos especiales los sólidos finos tengan que granularse. Esto supone solamente la adición de agua y la formación de gránulos en un tambor. En el caso de los MNF generalmente no es necesario el tratamiento previo especial de los materiales contaminados con COP.
277. *Emisiones y residuos*: En la producción de hierro y MNF, los PCDD y los PCDF se pueden formar en el proceso o en la etapa avanzada del sistema de tratamiento por gases de la combustión. No obstante, la aplicación de las MTD debe prevenir o al menos reducir al mínimo esas emisiones. En los casos en que los procesos descritos en el párrafo 273 *supra* se utilizan para la destrucción de los desechos de COP, se requieren técnicas apropiadas de control de las emisiones y de postratamiento (véase el párrafo 279 *infra*). Cuando se emplean esas técnicas, las emisiones en el aire de PCDD y PCDF resultantes de esos procesos son inferiores a 0,1 ng EQT/Nm³. En muchos casos se utilizan escorias con fines de construcción. Para los metales ferrosos, las emisiones pueden ocurrir a partir del tratamiento previo en una instalación de aglomeración y también en la descarga gaseosa del horno de fundición. Los residuos de los sistemas de desempolvado se emplean principalmente en la industria de los MNF. La descarga gaseosa del horno de forja múltiple se desempolva mediante un ciclón, sirve de base a una poscombustión, se temple bruscamente y se limpia mediante la adición de adsorbente y un filtro de bolsa. La descarga gaseosa del horno de fundición también sirve de base para una poscombustión y se temple bruscamente antes de mezclarse con la descarga gaseosa del horno de forja múltiple para la etapa conjunta de adsorbencia. En el caso de los MNF, los residuos incluyen polvos y fangos de filtros procedentes del tratamiento de aguas residuales.
278. *Control de las liberaciones y postratamiento*: El control de las temperaturas y el temple rápido frecuentemente constituyen medios apropiados para reducir al mínimo la formación de PCDD y PCDF. Los gases de proceso requieren tratamiento para eliminar el polvo constituido principalmente por metales u óxidos metálicos, y por dióxido de azufre cuando se funden materiales sulfídicos. En la industria de los metales ferrosos, los gases residuales derivados de instalaciones de aglomeración se tratan mediante un precipitador seguido de un tratamiento ulterior por gas de combustión; por ejemplo, técnicas de adsorción seguidas de un filtro de bolsa adicional. La descarga gaseosa de los hornos de fundición asociados también requiere poscombustión y temple rápido, y después se combina con la corriente de gases de descarga de los hornos de forja múltiples para un tratamiento ulterior mediante la adición de adsorbente seguido de un filtro de bolsa. En la producción de MNF, entre las técnicas de tratamiento apropiadas figuran, entre otras, la utilización de filtros de tela, precipitadores o lavadores electrostáticos, plantas de ácido sulfúrico o técnicas de adsorción con carbón activado.
279. *Requisitos energéticos*: Los procesos de producción de hierro y MNF requieren gran cantidad de energía y presentan diferencias significativas entre los diversos metales. En esos procesos el tratamiento del contenido de COP en los desechos requiere poca energía adicional.
280. *Requisitos materiales*: Para la producción de metales, se utilizan materias primas (minerales, concentrados o material secundario), así como aditivos (por ejemplo, arena, piedra caliza), agentes reductores (hulla y coque) y combustibles (petróleo y gas). El control de temperatura para evitar la síntesis *de novo* de los PCDD y los PCDF requiere agua adicional para el temple rápido.
281. *Movilidad*: Las fundiciones metalúrgicas son instalaciones grandes y fijas.
282. *Salud y seguridad*: El tratamiento de desechos mediante procesos térmicos se puede considerar seguro si éstos se diseñan y operan correctamente.
283. *Capacidad*: Las fundiciones de metal que se describen *supra* cuentan con capacidades para materiales de alimentación superiores a las 100.000 toneladas al año. La experiencia actual respecto de

la adición de desechos contaminados con COP al material de alimentación supone cantidades mucho menores, pero es probable que exista la capacidad necesaria para tratar cantidades mayores y se están efectuando investigaciones a este respecto.

284. *Otras cuestiones prácticas:* Ninguna.

285. *Comercialización:* La producción de hierro fundido a partir de materiales ferrosos derivados de la producción de hierro y acero en un alto horno convencional ha estado en funcionamiento durante algunos años en Alemania (www.dk-duisburg.de). Un horno de pozo ("horno Oxycup") ha estado en funcionamiento desde 2003 en Alemania (www.thyssenkrupp.com). El proceso de horno de forja ha estado en funcionamiento a escala industrial en Luxemburgo desde 2003 (www.paulwurth.com) y en Italia (www.lucchini.it). El proceso de horno rotatorio Waeltz está bien establecido y está comprendido entre las MPD que funcionan en diferentes lugares de Europa (www.bus-steel.com). El proceso de fundición de baño vertical está en funcionamiento en Alemania (www.na-ag.com) al igual que el proceso de fundición de baño horizontal (www.berzelius.de).

286. *Distribuidores:* Habida cuenta de que la utilización principal de las instalaciones que operan estos procesos no es para destruir el contenido de COP en los desechos, no existen distribuidores de instalaciones dedicadas a este fin.

I. Conversión de desechos en gas

287. *Descripción del proceso:* El proceso¹⁴⁵ es una tecnología de tratamiento previo y tratamiento de gasificación para la recuperación de desechos que contienen hidrocarburos que funcionan a altas temperaturas (1300°C- 2000°C) y alta presión (aproximadamente 25 barías) utilizando vapor y oxígeno puro en una atmósfera reductora¹⁴⁶. Todas las moléculas de los hidrocarburos en los desechos se escinden irreversiblemente en pequeñas moléculas gaseosas tales como hidrógeno (H₂) y monóxido de carbono (CO), metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Los hidrocarburos de cadena corta como el etano (C₂H₆), el propano (C₃H₈) y el butano (C₄H₁₀), y otros compuestos se producen en cantidades pequeñas (<1 vol. %). Los contaminantes orgánicos persistentes, incluidos los PCB contenidos en los desechos, se destruyen eficazmente. Posteriormente, en un proceso de varias etapas, el gas crudo resultante se convierte en gas de síntesis para la producción de metanol de grado máximo.

288. *Eficiencia:* Para los PCDD y los PCDF se han notificado ED de 99,974%¹⁴⁷.

289. *Tipos de desecho:* El proceso es apropiado para una gran variedad de desechos orgánicos en diferentes formas físicas; por ejemplo, sólidos, líquidos, lodos y fangos que contengan COP o estén contaminados con éstos. Se pueden tratar desechos que contengan PCB o estén contaminados con éstos (hasta 500 mg/kg de desechos) y PCDD/PCDF (hasta 50.000 ng EQT/kg). Los niveles de cloro en los desechos peligrosos pueden llegar hasta 6 wt.% (líquidos) y 10 wt.% (sólidos).

290. *Tratamiento previo:* Paso a): Es necesario reducir el tamaño de los desechos sólidos con fragmentos de 80 x 140 mm de superficie. Los desechos sólidos con fragmentos de superficie inferior a 80 x 140 mm se someten directamente al paso b). Los metales ferrosos y no ferrosos se eliminan de los desechos sólidos. Después de la granulación, los desechos se someten al paso b). En el caso de los desechos líquidos y pastosos, los lodos, los sólidos y el agua se separan mediante sedimentación y separación por densidad. El aceite prepurificado se destila para alcanzar un contenido de agua de <1%. No hay restricción del contenido de agua para los productos de los barros que se han de alimentar al gasificador de corriente de arrastre. Paso b): La gasificación de los desechos (con inclusión del secado y la desgasificación) genera gas crudo para su procesamiento ulterior.

291. *Emisiones y residuos:* Los compuestos de azufre y nitrógeno contenidos en el gas crudo se eliminan en las instalaciones de procesamiento de gas sin emisiones, en un sistema de presión sellado. Las trazas de COP (0,0034 ng TEQ/Nm³)¹⁴⁸ en el gas crudo se destruyen finalmente en el gasificador de corriente por arrastre a temperaturas de 2000°C. Los PCB, los PCDD y los PCDF no se han detectado por medios analíticos en el metanol producido ni en el agua, la escoria y el yeso. La escoria vitrificada puede contener compuestos metálicos pesados. Esa escoria es susceptible de ser reciclada, por ejemplo,

¹⁴⁵ B. Butker et al., 2005 en el anexo X, Bibliografía.

¹⁴⁶ El complejo SVZ opera tres tipos de gasificadores: gasificador de lecho presurizado, gasificador de descorificación BGL, gasificador de corriente de arrastre.

¹⁴⁷ La ED notificada depende principalmente de una concentración-PCDD/F baja de 34,08 ng EQT/kg en los desechos tratados. La ED es 99,99143 cuando la concentración- PCDD/F en los desechos alcanza 50,000 ng EQT/kg. Véase B. Buttker et al., 2006.

¹⁴⁸ B. Buttker et al., 2006 en el anexo V, Bibliografía.

en materiales aislantes. Debido a que el proceso de conversión de los desechos en gas tiene lugar en una atmósfera reductora, la posibilidad de formación de PCDD y PCDF es limitada. Las emisiones de PCDD y PCDF al aire se notifican de la manera siguiente: planta de desulfurización 0,0006 ng TEQ/Nm³; planta de caldera 0,0029 ng TEQ/Nm³¹⁴⁹.

292. *Control de las liberaciones y postratamiento:* El CO₂ y otros gases ya se eliminan del gas crudo en fracciones separadas utilizando un adsorbente orgánico (metanol) a temperaturas inferiores al punto de congelación. Los gases inflamables se combustionan en una instalación de calderas. A partir de este proceso se genera vapor de alta calidad.

293. *Requisitos energéticos:* Los desechos se tratan con una mezcla de gasificación que contenga al menos 15 wt.% de hullas a fin de lograr estabilidad en las condiciones del proceso. No se necesita energía adicional en forma de electricidad o vapor.

294. *Requisitos materiales:* Es necesario utilizar un agente de gasificación (vapor y oxígeno) para las tecnologías de gasificación empleadas. Entre otros requisitos figura el carbonato de calcio (piedra caliza) para influir en la viscosidad de la escoria.

295. *Movilidad:* La tecnología de gasificación está disponible en configuraciones fijas únicamente.

296. *Salud y seguridad:* El proceso destruye eficazmente los COP en un sistema de lazo cerrado sin poner en peligro la salud humana o el medio ambiente. La utilización de gas de hidrógeno bajo presión requiere controles y salvaguardas apropiados para asegurar que no se formen mezclas explosivas de aire e hidrógeno. La experiencia funcional obtenida desde 1992 hasta el presente indica que el proceso se puede realizar con seguridad.

297. *Capacidad:* Anualmente se pueden tratar 300.000 toneladas de desechos sólidos y aproximadamente 60.000 toneladas de desechos líquidos y pastosos.

298. *Otras cuestiones prácticas:* Habida cuenta de que se manipulan grandes cantidades, se requieren capacidades de almacenamiento apropiadas y ambientalmente compatibles.

299. *Comercialización:* La gasificación de los desechos a escala comercial se emplea en Alemania desde 1992 en el complejo Sekundarrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ). En los últimos 10 años se han tratado más de 2,5 millones de toneladas de desechos.

300. *Distribuidores:* Sustec Holding posee la patente para la tecnología del gasificador de corriente por arrastre. Sustec vende licencias para explotar la tecnología. Sustec Schwarze Pumpe Inc. conjuntamente con Envirotherm Inc. (www.svz-gmbh.de/) vende licencias para explotar la tecnología de gasificador de deseskorificación.

3. **Otros métodos de eliminación cuando ni la destrucción ni la transformación irreversible no representan la opción ambientalmente preferible**

301. Cuando ni la destrucción ni la transformación irreversible constituyen la opción ambientalmente preferible para tratar los desechos cuyo contenido de COP es superior al bajo contenido de COP al que se hace referencia en la subsección A de la sección III supra, los países podrán autorizar la eliminación de tales desechos por métodos diferentes de los expuestos en la subsección 2 de la sección G del capítulo IV.

302. Entre los desechos que contienen COP o están contaminados con ellos y para los cuales se pueden considerar otros métodos de eliminación son:

- a) Los desechos de centrales eléctricas y de otras centrales térmicas (excepto los que figuran en el apartado d) *infra*); los residuos generados por la industria siderúrgica y los desechos de la termometalurgia del aluminio, el plomo, el cinc, el cobre y otros metales no ferrosos. Figuran entre ellos las cenizas del fondo, escorias, escorias de sal, cenizas volantes, polvo de calderas, gases y polvos MNF de combustión, otras partículas y polvos, residuos sólidos del tratamiento de gases, granallas negras, residuos del tratamiento de escorias de sal y granallas negras, granallas y espumas;
- b) Revestimientos y refractarios a base de carbono, y de otro tipo, de los procesos metalúrgicos;
- c) Los desechos de construcción y demolición siguientes:

- i) Mezclas o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos;
 - ii) La fracción inorgánica de suelos y piedras incluidos los suelos excavados de lugares contaminados;
 - iii) Desechos de construcción y demolición que contienen PCB, excluidos los equipos que contienen PCB;
- d) Los residuos de la incineración o la pirólisis de desechos, incluidos los residuos sólidos del tratamiento de gases, cenizas de fondo, escoria, cenizas volantes y polvo de calderas;
- e) Desechos vitrificados y de la vitrificación, incluidos cenizas volantes, y otros residuos del tratamiento de gases de combustión y desechos de la fase sólida no vitrificada.

303. La autoridad competente del país en cuestión deberá cerciorarse de que ni la destrucción ni la transformación irreversible del contenido de COP, realizada de conformidad con las mejores prácticas ambientales o las mejores técnicas disponibles constituyen la opción ambientalmente preferible.

304. Entre otros métodos de eliminación, cuando la destrucción o la transformación irreversible no constituyen la opción ambientalmente preferible, figuran los que se describen a continuación.

a) Vertederos especialmente diseñados¹⁵⁰

305. Los vertederos deberían utilizarse de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de que el contenido de COP pase al medio ambiente. Esto puede conseguirse mediante el tratamiento previo, por ejemplo, utilizando un proceso adecuado de solidificación. Un vertedero especialmente diseñado debe cumplir con requisitos relativos a la ubicación, acondicionamiento, gestión, control, clausura y medidas preventivas y de protección que habrá que adoptar para evitar cualquier riesgo para el medio ambiente, tanto a largo como a corto plazo, en particular, en lo que se refiere en medidas contra la contaminación de las aguas subterráneas por infiltración de lixiviados en el terreno. La protección del terreno, de las aguas subterráneas y de las aguas superficiales puede lograrse mediante una combinación de barreras geológicas y un sistema de revestimiento del fondo durante la fase operacional y mediante la combinación de una barrera geológica y un revestimiento superior durante la fase de clausura y posterior a la clausura. También deberían adoptarse medidas para reducir la producción de gas metano y para instalar un control de los gases del vertedero. Además, debería introducirse un procedimiento uniforme de aceptación de desechos basado en un procedimiento de clasificación de desechos aceptable en el vertedero, que incluya, en particular, valores límites normalizados. Además, deberían establecerse procedimientos de vigilancia durante las fases de funcionamiento y posterior a la clausura del vertedero con el fin de determinar cualquier efecto ambiental adverso posible del vertedero y adoptar las medidas correctoras necesarias. Debería introducirse para el vertedero un procedimiento específico de permisos. En los permisos deberían figurar especificaciones relativas a los tipos y concentraciones de los desechos que se aceptarían, y a los sistemas de control de lixiviados y de gases, la vigilancia, la seguridad en el emplazamiento y la clausura y la fase posterior a la clausura.

306. Los siguientes desechos que contengan COP o estén contaminados con ellos no son adecuados para su eliminación en vertederos especialmente diseñados:

- a) Líquidos y materiales que contengan líquidos libres;
- b) Desechos orgánicos biodegradables;
- c) Contenedores vacíos a menos que estén aplastados, triturados o reducidos en volumen de forma análoga;
- d) Explosivos, sólidos inflamables, materiales de combustión espontánea, sustancias que reaccionan con el agua, oxidantes y peróxidos orgánicos.

¹⁵⁰ Puede obtenerse información adicional de Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5), UNEP, 1995d, anexo V, Bibliografía y la Legislación nacional pertinente como la Directiva Europea 1999/31/CE.

b) Almacenamiento permanente en minas y formaciones subterráneas

307. El almacenamiento permanente en instalaciones ubicadas en minas de sal y formaciones de roca dura subterráneas geohidrológicamente aisladas es una opción para separar a los desechos peligrosos de la biosfera durante periodos de tiempo geológicos. Para cada instalación subterránea de almacenamiento proyectada deberá realizarse una evaluación de la seguridad específica del emplazamiento, de conformidad con la legislación nacional pertinente, tal como las disposiciones que figuran en el Apéndice A del Anexo de la decisión 2003/33/CE del Consejo Europeo de 19 de diciembre de 2002, que establece los criterios y procedimientos para la admisión de desechos en los vertederos, de conformidad con el artículo 16 y el anexo II de la Directiva 1999/31/CE.

308. Los desechos deben eliminarse de modo que quede excluida toda reacción no deseada entre los diferentes tipos de desechos o entre estos y el revestimiento del almacenamiento en contenedores química y mecánicamente seguros. Los desechos que son líquidos, gaseosos, que producen gases tóxicos o son explosivos, inflamables o infecciosos no deben almacenarse en minas subterráneas. Los permisos operacionales deben definir los tipos de desechos que deben normalmente excluirse.

309. En la selección de un almacenamiento permanente para la eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Las cuevas o túneles utilizados para el almacenamiento deberán estar totalmente aislados de las zonas mineras en explotación o de aquellas que puedan volver a explotarse;
- b) Las cuevas o túneles deberán encontrarse ubicados en formaciones geológicas que se encuentren muy por debajo de las zonas de agua subterránea o en formaciones totalmente aisladas de zonas acuíferas por capas impermeables de roca o arcilla;
- c) Las cuevas o túneles deberán encontrarse ubicados en formaciones geológicas extremadamente estables y no en zonas sísmicas.

4. Otros métodos de eliminación cuando el contenido de COP es bajo

310. Si los desechos que contengan COP o estén contaminados con ellos con concentraciones inferiores al contenido bajo de COP no se eliminan de conformidad con los métodos descritos supra, se deberán eliminar con arreglo a la legislación nacional pertinente y las normas, reglas y directrices internacionales, incluidas las Directrices Técnicas Específicas elaboradas en virtud de lo dispuesto en el Convenio de Basilea. En el anexo II de las presentes directrices se dan ejemplos de legislaciones nacionales pertinentes.

H. Saneamiento de los emplazamientos contaminados

1. Determinación de los emplazamientos contaminados¹⁵¹

311. Las prácticas de manipulación y almacenamiento inadecuadas en particular pueden dar lugar a la liberación de COP en los emplazamientos en los que se almacenen estos productos químicos, lo que ocasionaría una contaminación del sitio con altos niveles de COP que representarían una grave amenaza para la salud. La determinación de estos emplazamientos es el primer paso en la solución de posibles problemas.

312. La determinación de estos emplazamientos puede realizarse mediante un enfoque por etapas que comprenda:

- a) La determinación de emplazamientos sospechosos como los dedicados a:
 - i) La producción de COP;
 - ii) La formulación de plaguicidas y el relleno de transformadores y repetición del mismo;
 - iii) Empleo de COP, entre otros, aplicación de plaguicidas y colocación de transformadores;

¹⁵¹ Figura información adicional sobre la determinación de emplazamientos contaminados en *Assessing soil contamination: a reference manual No. 8* (FAO, 2000) y *Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada* (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997). Véase el anexo V, Bibliografía.

- iv) La eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- b) Un estudio de toda la información actual y pasada sobre el emplazamiento sospechoso;
- c) Un programa inicial de ensayos para confirmar la presencia o ausencia de contaminantes y caracterizar las condiciones físicas del emplazamiento sospechoso;
- d) Un programa detallado de ensayos para detectar la naturaleza de la contaminación y recopilar cualquier información adicional necesaria.

2. Saneamiento ambientalmente racional¹⁵²

313. Los criterios para determinar la contaminación de un emplazamiento, elaborados por los gobiernos mediante el uso de las técnicas de evaluación de riesgos, sirven de objetivos generales para el saneamiento de los emplazamientos. Para los suelos, sedimentos y aguas subterráneas se pueden adoptar o elaborar criterios diferentes. A menudo se establece una distinción entre los suelos industriales (criterios menos estrictos), comerciales, residenciales y agrícolas (criterios más estrictos). En el Reglamento sobre la protección del suelo y los lugares contaminados de Alemania, en el Reglamento sobre la protección del suelo de Suiza y en las Directrices sobre calidad ambiental del Canadá se pueden encontrar ejemplos de estos criterios¹⁵³.

I. Salud y seguridad¹⁵⁴

314. En general, existen tres formas principales de proteger a los trabajadores y a las personas en general de los riesgos químicos, a saber (en orden de preferencia):

- a) Mantener a los trabajadores y personas en general alejados de todas las posibles fuentes de contaminación;
- b) Controlar los contaminantes a fin de reducir al mínimo las probabilidades de exposición;
- c) Proteger a los trabajadores asegurándose de que usan equipos de protección personal.

315. También se puede consultar información en ILO (1999a y 1999b), WHO (1995 y 1999), IPCS INCHEM (distintas fechas) y la nota de orientación de United Kingdom Health and Safety Executive HS(G)66 "Protection of workers and the general public during the development of contaminated land". En UNEP 2001 se dan ejemplos de la aplicación en la práctica.

316. En todas las instalaciones en las que se manipulen desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, deberían existir planes de salud y seguridad a fin de garantizar la protección de todas las personas dentro de la instalación y en sus alrededores. El plan de salud y seguridad de cada instalación en particular debe ser elaborado por un profesional capacitado en cuestiones de salud y seguridad, con experiencia en la gestión de los riesgos para la salud asociados con los COP específicos que se manipulan en la instalación.

317. Todos los planes de salud y seguridad deberán cumplir los principios anteriores e incluir las normas laborales locales y nacionales. La mayoría de los programas de salud y seguridad admiten diferentes niveles de seguridad, con niveles de riesgos que dependen del emplazamiento de que se trate y de la naturaleza de los materiales contaminados que se encuentren en el lugar. El nivel de protección de los trabajadores debe estar en consonancia con el nivel de riesgo al que estén expuestos. Se deberían establecer niveles de riesgo y los profesionales en cuestiones de salud y seguridad deberían evaluar cada situación en particular. A continuación se exponen dos situaciones de riesgo: mayor riesgo y menor riesgo.

1. Situaciones de mayor riesgo

318. Las situaciones de mayor riesgo se dan cuando existe una elevada concentración de COP o grandes volúmenes de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con

¹⁵² Existen varias fuentes de información disponibles sobre los métodos que se utilizan actualmente en el saneamiento de los emplazamientos contaminados con COP, en particular: FRTR (2002), Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1993 y 2000) y Vijgen (2002). Véase el anexo V, Bibliografía.

¹⁵³ Véase Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002 en el anexo V, Bibliografía.

¹⁵⁴ Puede obtenerse información adicional sobre salud y seguridad de la Organización Internacional del Trabajo (1999a y 1999b), la Organización Mundial de la Salud (1995 y 1999) e IPCS INCHEM (sin fecha). Véase el anexo V, Bibliografía.

ellos, y se está frente a una gran posibilidad de exposición. En esas situaciones, los trabajadores, y las personas en general, podrían correr el riesgo de estar expuestos. Se debe prestar una atención especial a la reducción a un mínimo de la exposición de las personas en general. Además, se debería ofrecer orientación para asegurarse de que las personas en general tienen conciencia del riesgo potencial y de las medidas que deben tomar en caso de exposición.

319. No existe una definición cuantitativa internacional de volumen o concentración elevados, por lo que los trabajadores y empleadores pueden guiarse por el asesoramiento y la información de los profesionales en cuestiones de salud y seguridad, los representantes sindicales, los escritos científicos y las autoridades gubernamentales. Las situaciones potenciales de mayor riesgo pueden darse en:

- a) Sitios en los que se producen, manipulan y utilizan COP;
- b) Lugares en los que hay existencias de productos químicos o desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, y lugares en los que se almacenan grandes cantidades de esos productos químicos o desechos;
- c) Instalaciones para el tratamiento o la eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- d) Lugares con altas concentraciones de COP en la superficie o cerca de ésta.

320. Como mínimo, en los planes de salud y seguridad relacionados con los COP para situaciones de mayor riesgo se deberían incluir los elementos siguientes:

- a) Se preparará un plan de salud y seguridad por escrito, que se fijará en un lugar visible de cada emplazamiento;
- b) Los trabajadores que deban acceder a este lugar deberían leer el plan y firmar para confirmar que lo han leído y entendido;
- c) El plan podrá redactarse de manera que abarque todos los peligros posibles en el lugar, pero deberá contar con una sección o capítulo en que se detallen concretamente los procedimientos relacionados con los COP;
- d) Los trabajadores permanecerán en el lugar solamente el tiempo necesario para realizar las tareas de mantenimiento o inspeccionar el equipo o los materiales almacenados;
- e) de salud y seguridad y procedimientos relacionados con los productos químicos peligrosos y los riesgos físicos y biológicos;
- f) Todos los años se impartirá capacitación en materia de salud y seguridad;
- g) Se realizarán controles de rutina del aire para detectar la presencia de COP;
- h) Cuando proceda, los trabajadores que ingresen al sitio deberán usar mascarillas de protección y cubrir todo el cuerpo con material impermeable (p. ej. monos de trabajo con capucha, máscaras de protección facial, guantes y protectores de calzado o un traje completo cerrado);
- i) En todo lugar que contenga COP se colocarán estuches de limpieza de derrames y materiales de descontaminación personal;
- j) Los trabajadores que habitualmente tengan acceso, o puedan tenerlo, a estos sitios o que trabajen con estas sustancias deberán someterse a controles médicos, incluido un examen médico general que servirá de parámetro de referencia;
- k) Cuando haya que manipular COP en un sistema abierto, o cuando haya motivos para prever que la ropa de protección de un trabajador pueda estar contaminado con COP, se establecerá una zona de reducción de contaminantes donde los trabajadores puedan ser descontaminados y quitarse el equipo de protección;
- l) El plan de salud y seguridad y los procedimientos de trabajo generales se deberán revisar al menos una vez al año y modificarse de ser necesario para aumentar la seguridad y la salud en el sitio.

2. Situaciones de menor riesgo

321. Tampoco existe una definición de bajo volumen o baja concentración. Estas situaciones deberán determinarse comparando los niveles de contaminantes con las directrices establecidas por el gobierno o por medio de evaluaciones de riesgos específicas del emplazamiento. Las situaciones de menor riesgo pueden ser, entre otras:

- a) Lugares que contienen materiales contaminados con pequeñas cantidades de COP, o COP en bajas concentraciones;
- b) Locales de almacenamiento controlados que contienen pequeñas cantidad de COP;
- c) Emplazamientos contaminados con bajas concentraciones de COP o en los que la gente no puede entrar en contacto directo con la contaminación.

322. Pese a estos riesgos mínimos, se deberán adoptar algunas medidas en materia de salud y seguridad para minimizar la exposición, incluida la formación en cuestiones de salud y seguridad de personal que probablemente entre en contacto con los COP.

J. Respuesta en casos de emergencia¹⁵⁵

323. Deben existir planes para hacer frente a situaciones de emergencia para todas las actividades de producción, uso, almacenamiento, transporte o eliminación de COP, así como en los emplazamientos de eliminación. Si bien estos planes pueden ser diferentes para cada situación o para cada tipo de COP, los elementos principales de un plan para hacer frente a situaciones de emergencia son, entre otros:

- a) La determinación de todos los peligros, riesgos y casos de accidente probables;
- b) La determinación de las leyes locales y nacionales a las que han de sujetarse los planes para hacer frente a situaciones de emergencia;
- c) La planificación para situaciones de emergencia previstas y las posibles medidas para hacerles frente;
- d) El mantenimiento de un inventario actualizado completo de todos los COP en el emplazamiento;
- e) La capacitación del personal en las actividades necesarias para hacer frente a situaciones de emergencia, tales como ejercicios simulados de las mismas y primeros auxilios;
- f) El mantenimiento de capacidades de respuesta móviles en caso de derrames o la garantía de contar con los servicios de una empresa especializada en hacer frente a los derrames;
- g) La notificación a los servicios de extinción de incendios, cuerpo de policía y otros organismos gubernamentales encargados de hacer frente a situaciones de emergencia, acerca de la ubicación de los COP y las rutas de transporte;
- h) La instalación de medidas de mitigación, tales como sistemas de extinción de incendios, equipos de contención de derrames, depósitos de agua para extinguir incendios, alarmas contra incendios y derrames, y cortafuegos;
- i) La instalación de sistemas de comunicación para situaciones de emergencia, como señales que indiquen salidas de emergencia, números de teléfono, lugares de alarma e instrucciones para hacer frente a situaciones de emergencia;
- j) La instalación y el mantenimiento de juegos para situaciones de emergencia, que contengan sorbentes, equipos de protección personal, extintores portátiles de incendios y equipos de primeros auxilios;
- k) La integración de los planes de las instalaciones con los planes regionales, nacionales e internacionales para hacer frente a situaciones de emergencia, si procede;
- l) La comprobación periódica de los equipos para hacer frente a situaciones de emergencia y revisión del plan para hacer frente a situaciones de emergencia.

324. Los planes para hacer frente a situaciones de emergencia deben prepararlos conjuntamente grupos interdisciplinarios integrados por personal encargado de hacer frente a situaciones de emergencia, personal técnico, médico y químico capacitado para dar respuesta en casos de emergencia y

¹⁵⁵ Puede obtenerse información adicional sobre medidas para hacer frente a situaciones de emergencia de otras directrices elaboradas por organismos internacionales, como las OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, segunda edición (2003) y por gobiernos u organismos locales, regionales y nacionales (como la defensa civil, los organismos de coordinación en casos de emergencia y los departamentos de extinción de incendios).

también representantes laborales y directivos. Cuando proceda, deberán participar además representantes de las comunidades que pudieran resultar afectadas.

K. Participación del público

325. La participación del público es un principio fundamental reflejado en la Declaración de Basilea sobre el manejo ambientalmente racional y muchos otros acuerdos internacionales. Es esencial que el público y todos los grupos interesados tengan la oportunidad de participar en la elaboración de la política relacionada con los COP, la planificación de programas, la elaboración de la legislación, la revisión de documentos y datos y la toma de decisiones sobre temas locales acerca de los COP. Los apartados g) y h) del párrafo 6 de la Declaración de Basilea estipulan que las Partes procedan al mejoramiento del intercambio de información, la educación y la concienciación en todos los sectores de la sociedad y fomenten la cooperación y las modalidades de asociación entre las autoridades públicas, las organizaciones internacionales, la industria, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones académicas.

326. En el apartado d) del párrafo 1 del artículo 10 del Convenio de Estocolmo se insta a que cada Parte, dentro de sus capacidades, promueva y facilite la participación del público en el tratamiento del tema de los contaminantes orgánicos persistentes y sus efectos para la salud y el medio ambiente y en la elaboración de respuestas adecuadas, incluida la posibilidad de hacer aportaciones a nivel nacional acerca de la aplicación del presente Convenio.

327. En los Artículos 6, 7, 8 y 9 de la Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, concertada en Aarhus en 1998, se exige la realización de tipos de actividades bastante específicos relativos a la participación del público en actividades gubernamentales concretas, la elaboración de planes, políticas y programas y la elaboración de leyes, así como el acceso del público a la justicia con respecto al medio ambiente.

328. La participación del público en el establecimiento de normas y reglamentos respecto de los COP resulta esencial. Todo gobierno que prevea establecer nuevos reglamentos o políticas, o modificarlas, deberá realizar un proceso abierto en que solicite las observaciones de todas las personas o grupos, por conducto de los medios de difusión habituales, la Internet o por invitación directa. Las personas y grupos que deben ser invitados directamente a presentar sus observaciones son:

- a) Ciudadanos a título individual que hayan expresado interés;
- b) Grupos locales de ciudadanos (incluidos grupos ecologistas locales) para analizar cuestiones locales;
- c) Grupos de personas muy vulnerables, como mujeres, niños y personas menos instruidas;
- d) Grupos ecologistas organizados en el nivel regional, nacional o mundial;
- e) Industrias y empresas a título individual con intereses en el proceso;
- f) Asociaciones empresariales;
- g) Sindicatos y asociaciones;
- h) Asociaciones de profesionales; y
- i) Otras instancias gubernamentales.

329. El proceso de participación del público puede tener varias etapas. Se puede consultar a los grupos antes de analizar cualesquiera modificaciones o programas, durante el proceso de elaboración de políticas y después de preparar cada proyecto de documento normativo. Las observaciones podrán solicitarse personalmente, por escrito o por medio de un sitio en la Web.

300. En el documento "A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation"¹⁵⁶ elaborado por la entidad Australia Department of Environmental Health figura un ejemplo de consulta pública sobre la elaboración de planes de manejo de los COP.

¹⁵⁶

Véase, Australia Department of Environmental Health, 2000 en el anexo V, Bibliografía.

Anexo I

Instrumentos internacionales

Además de los convenios de Estocolmo y Basilea, existen otros instrumentos internacionales que incluyen disposiciones relativas a los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos entre los que cabe citar:

- a) Protocolo de 1998 relativo a los contaminantes orgánicos persistentes de 1979 de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia;
- b) Protocolo de 2003 sobre los registros de liberaciones y Transferencia de Contaminantes de la Convención de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación del público en la adopción de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, de 1998;
- c) Convención de Bamako sobre la prohibición de la importación a África la fiscalización de los movimientos transfronterizos y la gestión dentro de África de desechos peligrosos, de 1991;
- d) Convención de Waigani de prohibición de la importación a los países insulares del Foro de desechos peligrosos y radiactivos y sobre el control del movimiento transfronterizo y la ordenación de desechos peligrosos dentro de la región del Pacífico Meridional;
- e) Decisión C (2001) 107/FINAL sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos destinados a operaciones de recuperación, del Consejo de la OCDE.

Anexo II

Ejemplos de legislaciones nacionales pertinentes

Los ejemplos de legislaciones nacionales que comprenden disposiciones relacionadas con el manejo de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos son, entre otros, los siguientes:

País	Legislación	Breve descripción
Alemania	Ordenanza federal sobre emplazamientos contaminados y la protección de los suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene niveles de intervención respecto de los emplazamientos contaminados con aldrina, DDT, HCB, PCB, PCDD y PCDF.
Alemania	Ordenanza sobre vertederos e instalaciones de almacenamiento a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene un límite para el contenido de PCB de suelos utilizados para formar nuevas capas de tierra cultivable en vertederos.
Alemania	Ordenanza sobre el almacenamiento subterráneo de desechos	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para la utilización de desechos contaminados con PCB como material de estiba.
Alemania	Ordenanza sobre fangos residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para la utilización como fertilizantes de fangos residuales contaminados con PCB, PCDD y PCDF.
Alemania	Ordenanza sobre desechos de la industria maderera	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para el reciclado de desechos de la industria maderera contaminados con PCB.
Alemania	Ordenanza sobre aceite de desecho	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para el reciclado de aceites contaminados con PCB.
Austria	Leyes sobre protección de suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Contienen valores límites estrictos para PCB, PCDD y PCDF en fangos residuales usados como fertilizante.
Canadá	Reglamento federal para el tratamiento y la destrucción de PCB en unidades móviles	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas de emisión para la liberación de gases, líquidos y sólidos contaminados con PCB, PCDD y PCDF.
Brasil	Norm ABNT/NBR, N° 8371/1997	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos para la manipulación, el transporte y el almacenamiento de materiales que contienen PCB
Brasil	Resolution CETESB (São Paulo state), N° 007/1997	<ul style="list-style-type: none"> • Determina límites para los PCDD y PCDF de emisiones procedentes de incineradores de desechos médicos con capacidad > 200 kg/día
Brasil	Resolution CONAMA, N° 264/1999	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos para la concesión de licencias ambientales relativas al procesamiento conjunto de desechos en hornos de cemento
Brasil	Resolution CONAMA, N° 313/2002	<ul style="list-style-type: none"> • Estipula la creación de un inventario de existencias de PCB y desechos industriales
Brasil	Resolution CONAMA, N° 316/2002	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos y criterios para operar sistemas de tratamiento térmico de desechos. Establece límites de las emisiones de PCDD y PCDF
Brasil	Resolution CONAMA, N° 334/2003	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos para la concesión de licencias ambientales para los establecimientos encargados de recibir consignaciones de plaguicidas
Brasil	Decision CETESB (São Paulo state), N° 26/2003	<ul style="list-style-type: none"> • Establece límites para las emisiones al aire de PCDD y PCDF de hornos de

País	Legislación	Breve descripción
		cemento en los que también se tratan desechos
Brasil	Resolution CONAMA, N° 357/2005	<ul style="list-style-type: none"> • Establece niveles máximos permitidos de COP en efluentes descargados al agua
Comunidad Europea	Reglamento (CE) No. 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CEE, enmendado mediante el Reglamento (CE) No. 1195/2006 de 18 de julio de 2006 que modifica el Anexo IV del Reglamento (CE) No. 850/2004	<ul style="list-style-type: none"> • El Artículo 7 contiene disposiciones relacionadas con la gestión de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.
Comunidad Europea	Directiva 96/59/CE del Consejo, de 16 de septiembre de 1996, sobre la eliminación de bifenilos policlorados y terfenilos policlorados (PCB/PCT)	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas relativas a la eliminación de PCB y PCT, entre otras, relativas a la descontaminación y/o eliminación de equipo y de los PCB del mismo.
Comunidad Europea	Directiva 86/280/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, sobre los valores límites y los objetivos de calidad relativos a los vertimientos de algunas sustancias peligrosas incluidas en la Lista I del Anexo a la Directiva 76/464/CEE y la Directiva 88/347/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1988, que enmienda el anexo II a la Directiva 86/280/CEE sobre los valores límites y los objetivos de calidad relativos a los vertimientos de algunas sustancias peligrosas incluidas en la Lista I del Anexo a la Directiva 76/464/CEE	<ul style="list-style-type: none"> • El anexo II contiene los valores límites de emisión para el vertimiento de aguas residuales del proceso de producción contaminadas con aldrina, dieldrina, endrina y HCB.
Comunidad Europea	Directiva 2000/76/ CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de diciembre de 2000 sobre la incineración de desechos	<ul style="list-style-type: none"> • El Anexo IV contiene los valores límites de emisión para el vertimiento de aguas residuales contaminadas con PCDD y PCDF provenientes de la purificación de gases de escape. • El Anexo V contiene los valores de emisión a la atmósfera de PCDD y PCDF.
Comunidad Europea	Decisión 2003/33/CE del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, que establece criterios y procedimientos para la aceptación de desechos en los vertederos con arreglo al Artículo 16 de la Directiva 1999/31/EC y su Anexo II	<ul style="list-style-type: none"> • En el párrafo 2.1.2.2 del Anexo figuran criterios para vertederos de desechos inertes que contienen PCB.
Estados Unidos de América	US EPA 40 CFR 63 Subpart EEE: Normas nacionales para la emisión de contaminantes atmosféricos peligrosos procedentes de cámaras de combustión de desechos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas para la liberación de PCDD y PCDF en las emisiones a la atmósfera
Estados Unidos de América	40 CFR 268.48 Normas universales de tratamiento de desechos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas para el tratamiento de desechos peligrosos antes de su eliminación en tierra y de desechos acuosos antes de su vertimiento. Incluye todos los COP, con excepción del mirex.
Estados Unidos de América	40 CFR 761.70 Normas para la Incineración de PCB	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas para las emisiones a la atmósfera cuando se incineran PCB
Finlandia	Decisión (1071/1989) del Consejo de Estado sobre las restricciones en la	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene valores límites para PCB y PCT.

País	Legislación	Breve descripción
	utilización de PCB y PCT	
Finlandia	Decisión (101/1997) del Consejo de Estado sobre gestión de aceites de desecho	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene valores límites para los PCB en aceites regenerados y en aceites de desecho destinados a la incineración.
Finlandia	Decisión (711/1998) del Consejo de Estado sobre el cese del uso de artículos con PCB y el tratamiento de PCB como desechos	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene valores límites para PCB.
Finlandia	Decreto (1129/2001) del Consejo de Estado sobre una lista de los desechos y desechos peligrosos más generales	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene valores límites para PCB.
Japón	Ley relativa a medidas especiales contra las dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas ambientales de incorporación diaria tolerable para el aire ambiente, la calidad del agua (incluidos los sedimentos) y normas sobre suelos, emisiones y residuos para gases, efluentes, cenizas y polvos en relación con los PCDD, PCDF, y PCB coplanar.
Japón	Ley relativa a medidas especiales contra los desechos con PCB	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas para el tratamiento de plásticos y metales contaminados con PCB.
Japón	Ley relativa a medidas especiales contra la contaminación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas para el tratamiento de suelos contaminados con PCB
Japón	Ley de gestión de desechos y limpieza municipal	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene criterios relativos a los desechos peligrosos que contienen PCB, PCDD, PCDF y PCB coplanar.
Japón	Ley de control de la contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas de emisión de efluentes que contengan PCB.
México	Norma NOM-098 de 2004	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene normas de emisión y eficiencia de destrucción para incineradores de desechos.
México	Norma NOM-133 de 2001	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene reglamentación relativa a la manipulación de PCB y un programa para la preparación de inventarios.
Noruega	Capítulos 2 y 3 del Reglamento de Productos de Noruega sobre sustancias peligrosas reglamentadas o una mezcla de sustancias y productos que contengan sustancias peligrosas	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene una prohibición de la producción, el uso, la importación y la exportación de PCB, PCT y productos que contengan esas sustancias, , incluidos los capacitores que contienen PCB
Noruega	Capítulo 14 del Reglamento de Productos de Noruega sobre ventanas de aislamiento obsoletas que contengan PCB	<ul style="list-style-type: none"> • Establece requisitos para los productores respecto de la retirada y la manipulación de ventanas obsoletas que contengan PCB
Noruega	Capítulo 2 del Reglamento de Productos de Noruega sobre la limpieza de sitios contaminados	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene valores límites por debajo de los cuales se considera que un suelo está limpio y es apropiado para su utilización en zonas delicadas
Suiza	Ordenanza sobre carga del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene niveles de intervención en emplazamientos contaminados con PCB, PCDD y PCDF.

Anexo III

Métodos analíticos seleccionados para COP

1. **Aldrina**
 - a) AOAC Official Method 970.52 Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residue Method. General Multiresidue Method. 2005 AOAC International
 - b) AOAC Official Method 955.22 Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residue Method
 - c) EPA Method 8081A: Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography (and ECD)
 - d) ISO 6468 (1996) Water quality – Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes – Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction
 - e) ISO 10382 (2002): Soil quality – Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls – Gas-chromatographic method with electron capture detection
2. **DDT**
 - a) AOAC Official Method 970.52 Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residue Method. General Multiresidue Method. 2005 AOAC International
 - b) AOAC Official Method 955.22 Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residue Method
 - c) EPA Method 4042: Soil screening for DDT by immunoassay, EPA analytical chemistry guidance SW-846
 - d) EPA Method 8081A: Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography (and ECD)
 - e) ISO 6468 (1996) Water quality – Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes – Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction
 - f) ISO 10382 (2002): Soil quality – Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls – Gas-chromatographic method with electron capture detection
3. **HCB**
 - a) AOAC Official Method 970.52 Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residue Method. General Multiresidue Method. 2005 AOAC International
 - b) AOAC Official Method 955.22 Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residue Method
 - c) EPA Method 8081A: Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography (and ECD)
 - d) ISO 6468 (1996) Water quality – Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes – Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction
 - e) ISO 10382 (2002): Soil quality – Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls – Gas-chromatographic method with electron capture detection
4. **PCB**
 - a) DIN 38414-20 (1996): German standard methods for the examination of water, waste water and sludge - Sludge and sediments (group S) - Part 20: Determination of 6 polychlorinated biphenyls (PCB) (P 20)
 - b) EN 1948 (draft 2004) Stationary source emissions – determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs. Part 1 Sampling, Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs, Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs
 - c) EN 12766-1 (2000): Petroleum products and used oils – Determination of PCBs and related products – Part 1: Separation and determination of selected PCB congeners by gas chromatography (GC) using an electron capture detector (ECD)

- d) EN 12766-2 (2001): Petroleum products and used oils – Determination of PCBs and related products – Part 2: Calculation of polychlorinated biphenyl (PCB) content
- e) EN 61619 (2004): Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography
- f) EPA Method 1668, Revision A: Chlorinated Biphenyl Congeners in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS, United States Office of Water, EPA No. EPA 821-R-00-002, Environmental Protection Agency (4303), December 1999
- g) EPA Method 4020: Screening for polychlorinated biphenyls by immunoassay (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/4020.pdf)
- h) EPA Method 8080: Organochlorine Pesticides and PCBs
- i) EPA Method 8082: Polychlorinated biphenyls (PCBs) by gas chromatography (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/8082.pdf)
- j) EPA Method 8275A: Semivolatile organic compounds (PAHs and PCBs) in soils/sludges and solid wastes using thermal extraction/gas chromatography/mass spectrometry (TE/GC/MS), EPA analytical chemistry guidance SW-846
- k) EPA Method 9078: Screening test method for polychlorinated biphenyls in soil (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf)
- l) EPA Method 9079: Screening test method for polychlorinated biphenyls in transformer oil (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9079.pdf)
- m) ISO 6468 (1996) Water quality – Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes – Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction
- n) ISO 10382 (2002): Soil quality – Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls – Gas-chromatographic method with electron capture detection
- o) JIS K 0093 (2002): Testing method for polychlorobiphenyl in industrial water and wastewater
- p) Methods for Examining Standards of General Wastes under Special Control and Industrial Waste under Special Control, Notice 192 of the Japan Ministry of Welfare and Labour, 3 July 1992
- q) NEN 7374 (2004): Leaching characteristics – Column test for the determination of the leaching of PAH, PCB, OCP and EOX, phenol and cresoles from granular materials - Solid earthy and stony materials
- r) Norm NBR N° 13882:1997: Electrical Insulating Liquids - Determination of PCB contents
- s) Norwegian Institute for Water Research method no. H 3-2: Determination of organochlorine compounds in sediments, water and biological material by gas chromatography
- t) NVN 7350 (1997): Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials – Leaching tests – Determination of the leaching of PAH, PCB and EOX from granular materials with the cascade test
- u) NVN 7376 (2004): Leaching characteristics – determination of the leaching of PAH, PCB, OCP and EOX, phenol and cresoles from building and monolithic waste materials with diffusion test – Solid earthy and stony materials

5. PCDD y PCDF

- a) EN 1948 (draft 2006): Stationary source emissions – determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs. Part 1 Sampling, Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs, Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs, Part 4: Sampling and analysis of dioxin-like PCBs
- b) EN 1948 (1997): Stationary source emissions – determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs. Part 1 Sampling, Part 2: Extraction and clean-up, Part 3: Identification and quantification
- c) EPA Method 1613: Tetra-through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS, October 1994, (www.epa.gov/waterscience/methods/1613.pdf)

- d) EPA Method 0023A: Sampling Method for Polychlorinated Dibenzo-*p*-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofuran Emissions from Stationary Sources. Revision 1 December 1996 (www.epa.gov/SW-846/pdfs/0023a.pdf)
- e) EPA Method 8290A: Polychlorinated Dibenzodioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) by High-Resolution Gas Chromatography/High-Resolution Mass Spectrometry (HRGC/HRMS), revision 1 January 1998
- f) EPA Method T09: Determination of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) in ambient air using high-resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS)
- g) EPA Method 8280A: The analysis of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans by high resolution gas chromatography/low resolution mass spectrometry (HRGC/LRMS) (EPA analytical chemistry guidance SW-846)
- h) EPA Method 8290: Polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by high-resolution gas chromatography/high resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS) (EPA analytical chemistry guidance SW-846)
- i) EPS (1990): A Method for the Analysis of Polychlorinated Dibenzo-*para*-Dioxins (PCDDs), Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Samples from the Incineration of PCB Waste. Reference Method 1/RM/2 and Reference Method 1/RM/3 (revised) May 1990
- j) ISO 18073 (2004): Water quality – Determination of tetra- to octa-chlorinated dioxins and furans – Method using isotope dilution HRGC/HRMS
- k) JIS K 0311 (1999): Method for determination of tetra- through octa-chlorodibenzo-*p*-dioxins, tetra- through octa-chlorodibenzofurans and coplanar polychlorobiphenyls in stationary source emissions
- l) JIS K 0312 (1999): Method for determination of tetra- through octa-chlorodibenzo-*p*-dioxins, tetra- through octa-chlorodibenzofurans and coplanar polychlorobiphenyls in industrial water and waste water
- m) Methods for Examining Standards of General Wastes under Special Control and Industrial Waste under Special Control (Notice 192 of the Japan Ministry of Welfare and Labour, July 3, 1992)

6. Desechos sólidos, materiales en forma de partículas

Nordtest: Method NT ENVIR 004; Solid Waste, Particulate Materials: Sampling, ISSN 1238-4445, 1996

Anexo IV

Economía de los métodos de destrucción y transformación irreversible

Cabe notar que la información que figura en los siguientes cuadros 1 y 2 tiene por objeto únicamente proporcionar una amplia referencia basada en las estimaciones de costos disponibles de los diferentes métodos de destrucción y transformación irreversible expuestos en las presentes directrices.

Esta información no es representativa, ya que los datos están influenciados por varios factores, por ejemplo, la escasez de datos, las diferentes fechas en que se estimaron los datos, las diversas monedas, las variaciones de los tipos de cambio de las monedas, los costos locales de la electricidad, la mano de obra y los materiales, así como la cantidad de desechos y el uso de la tecnología (teóricamente, el costo de la tecnología debería disminuir con el tiempo).

Se proporcionará información adicional en el informe “Inventario de la capacidad mundial de destrucción de PCB”. Se espera que la segunda edición se publique en un futuro próximo.

Cuadro 1: Estimaciones de costos de los métodos de destrucción y transformación irreversible

Métodos de destrucción y transformación irreversible	Estimaciones de costos	Origen
Reducción por metal alcalino ¹	aceites de transformador: 0,15 USD/L, 500GBP a 1000GBP/t, 1,06 CAD/L, 0,90 CAD/kg; y aceites de desecho: 0,60 CAD/kg	Proveedores UNEP, 2004b
Descomposición catalizada por bases (DCB) ¹	Varían los precios de las licencias; Regalías operacionales: 5% - 10% de ingresos/ventas brutos; Costos de capital (reactor para líquido CB de 9.462,5L): 800.000 USD a 1,4 millones USD; Costos de funcionamiento: 728 USD a 1.772 USD según la concentración de COP.	Tomados en 2004 del sitio de la web de BCD Group Inc.
Declaración catalítica (DC)	no se dispone de datos	
Coincineración en horno rotatorio de cemento	no se dispone de datos	
Reducción química en base gaseosa (RQFG) ²	4.000 AUD a 6.000 AUD/t para plaguicidas sólidos organoclorados; 4.000 AUD a 8.000 AUD/t para PCB y plaguicidas líquidos organoclorados; 6.000 AUD a 11.000 AUD/t para condensadores contaminados con PCB	CMPS&F – Environment Australia, 1997
Incineración de desechos peligrosos	véase el siguiente cuadro 2	
Reacción de declaración fotoquímica (DFQ) y reacción de declaración catalítica (DC)	disponibles previa petición: Precios de la licencia Regalías o costos operacionales	
Arco de plasma	Costo de capital ¹ (unidad Plascon de 150 kW): 1 millón de USD, según la configuración. Costos de funcionamiento: menos de 3.000 AUD (incluida la mano de obra), normalmente oscilan entre 1.500 AUD y 2.000 AUD/t. Los costos dependen de factores tales como: Alimentación de desechos – estructura molecular, peso y concentración; Costos de la energía eléctrica; Costos del argón y del oxígeno; Ubicación geográfica y cuestiones específicas del emplazamiento;	CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004b

Métodos de destrucción y transformación irreversible	Estimaciones de costos	Origen
	Costos de los productos cáusticos; y Límites de emisión exigidos	
Método del terc-Butoxido de potasio (t-BuOK)	No se dispone de datos	
Oxidación en agua supercrítica (OASC) y oxidación en agua subcrítica	Costos: 120 USD a 140 USD/t seca ³	CMPS&F – Environment Australia, 1997

1. No está claro si en estas estimaciones se incluyen los costos potenciales que supone el tratamiento previo y/o la eliminación de residuos.

2. No está claro si las cifras incluyen los costos que supone el tratamiento previo de los desechos sólidos.

3. Suponiendo que se ha registrado cierto tratamiento previo. No está claro si esta estimación incluye los costos de capital o costos debidos a la eliminación de los residuos.

Cuadro 2: Incineración de desechos peligrosos (para un incinerador que trate 70.000 toneladas anuales)

	Costos de inversión (millones de euros)*	
	2004 ^a	1999 ^b
Tiempo de construcción	3	6,5
Trabajos eléctricos	10	20
Trabajos de infraestructura	6	12,5
Piezas de máquinas	16	32,5
Otros componentes	14	27,5
Planificación/aprobación	3	6
Total costos de inversión	52	105
	Costos operacionales (millones de euros)	
Administración	0,3	0,5
Costos de financiación de capital	5	10,5
Mantenimiento	4	4
Recursos/energía operacionales	1,3	2,5
Otros costos	0,3	0,5
Personal	3	5,5
Eliminación de desechos	0,8	1,5
Total costos operacionales	14,7	25
<i>Costos por tonelada incinerada (sin ingresos)</i>	<i>200–300</i>	<i>350</i>

Se ha determinado que las tasas de salida de los incineradores de desechos en Europa oscilan entre 50 y 1.500 euros (Origen: Comisión Europea 2004).

*Notas:

^a Origen de las cifras de la primera columna: Comisión Europea, 2004.

^b Origen de las cifras de la segunda columna: Valores medios de los costos específicos de incineración de desechos municipales y peligrosos (1999), VDI 3460: Control de emisiones del tratamiento térmico de desechos, Alemania, marzo de 2002.

Anexo V

Bibliografía

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile Information Sheets. Se puede consultar en www.atsdr.cdc.gov
- Ariizumi, A.; Otsuka, T.; Kamiyama, M.; Hosomi, M., 1997, *Dechlorination and decomposition behaviour of PCBs by the sodium dispersion process*. J. Environ. Chem., 7, pages 793–799
- Australia Department of the Environment and Heritage, 2000. A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation. Se puede consultar en www.deh.gov.au/industry/chemicals/scheduled-waste/community-consultation.html
- Buttker, B., et al.: Full scale industrial recovery trials of shredder residue in a high temperature slagging-bed-gasifier in Germany. Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ), Technologie-Entwicklungs-GmbH für ökoeffiziente Polymerverwertung (Tecpol), Association of Plastics Manufacturers (PlasticsEurope), 2005 (www.tecpol.de/downloads/SVZ_TECPOL_REPORT_E.pdf).
- Buttker, B., et. al.: Stoffliche Verwertung kunststoffreicher Abfälle im Sustec Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ), Technical lecture given at the VDI/DECHEMA-meeting, Neumünster 2006.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997. Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada. Se puede consultar en www.ccme.ca
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. Canadian Environmental Quality Guidelines. Se puede consultar en www.ccme.ca
- CEPE, 2003a. Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas (Reglamentación Modelo). Se puede consultar en www.unece.org
- CEPE, 2003b. Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Se puede consultar en www.unece.org
- CMPS&F – Environment Australia, 1997. *Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes Review Report Number 4*. Se puede consultar en www.deh.gov.au
- Comisión Europea, 2001. Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>
- Comisión Europea, 2001. Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>
- Comisión Europea, 2001a. Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industry. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>
- Comisión Europea, 2001b. Reference Document on Best Available Techniques on the Production of Iron and Steel. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>
- Comisión Europea, 2003. *Reference Document on the General Principles of Monitoring, July 2003*. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>.
- Comisión Europea, 2004. Draft Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration, March, 2004. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>.
- Convenio de Basilea, 1994. *Documento marco sobre la preparación de directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos sujetos al Convenio de Basilea*. Document no. 94/005. Secretaría del Convenio de Basilea, Ginebra
- Costner, P., D. Luscombe and M. Simpson, 1998. Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants. Greenpeace International Service Unit
- EPA, 1993. Technology Alternatives for the Remediation of PCB-Contaminated Soil and Sediment. Se puede consultar en www.epa.gov
- EPA, 2000. The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-contaminated Sites. Se puede consultar en www.epa.gov
- EPA, 2002. RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance. Se puede consultar en www.epa.gov
- FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual. No.3*. Se puede consultar en www.fao.org

- FAO, 2000. *Assessing Soil Contamination: a Reference Manual No. 8*. Se puede consultar en www.fao.org
- FAO, 2001. Training manual on inventory taking of obsolete pesticides, Series No 10 and reference No X9899. Se puede consultar en www.fao.org
- FRTR, 2002. *Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0*. Se puede consultar en www.frtr.gov/matrix2/top_page.html
- IPCS INCHEM, no date. Health and Safety Guide (HGSs). Se puede consultar en www.inchem.org
- Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999: Technical Guideline for Treatment of PCBs
- Karstensen, K.H., 2001. Disposal of obsolete pesticides in cement kilns in developing countries. Lessons learned – How to proceed. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, November 2001.
- Kümmling, K., D.J. Gray, J. P. Power and S. E. Woodland, 2001 Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Polonia, noviembre de 2001.
- Ministry of the Environment of Japan, 2004. Report on study of the treatment standards for POPs waste in fiscal year 2003.
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2002, *Dechlorination pathways of PCBs by photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination*. *Organohalogen Compd.* 56, pages 413–416
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003, *Dechlorination pathways and kinetics in photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination*. *Organohalogen Compd.* 63, pages 276–279
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003, *Pathways for the degradation of PCBs by palladium-catalyzed dechlorination, Fresenius Environ. Bull.*, 12, 3, pages 302–308
- OCDE, various years. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos Series on Principles of Good Laboratory Practise and Compliance Monitoring (various volumen). OCDE Principles on Good Laboratory Practice (as revised 1997-1999), OECD, Available at www.oecd.org/ehs/
- OCDE, 2001. Harmonised Integrated Classification System for Human Health and Environmental Hazards of Chemical Substances and Mixtures. Se puede consultar en www.oecd.org
- OCDE, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, Second Edition*. Se puede consultar en www.oecd.org
- OCDE, 2004. Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100. Adopted June 9, 2004. Se puede consultar en www.oecd.org
- OIT, 1999a. Basics of Chemical Safety. Se puede consultar en www.ilo.org
- OIT, 1999b. Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice. Se puede consultar en www.ilo.org
- OMI, 2002. Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas. Se puede consultar en www.imo.org
- OMS, 1995. Global Strategy on Occupational Health for All. The Way to Health at Work. Se puede consultar en www.who.int
- OMS, Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas, 1995. A Review of the Persistent Organic Pollutants -- An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. Se puede consultar en www.pops.int
- OMS, 1999. Teacher's guide on basic environmental health. Se puede consultar en www.who.int
- Oono M. Kaneda M., and Hirata Y., 1997, *Destruction of PCBs by reaction with potassium tert-butoxide*, *Organohalogen Compd.* 31, pages 415–419
- Oono M. and Kaneda M., 1997, *Complete destruction of PCBs by a catalytic hydrogenation and t-BuOK method in a bench scale plant*, *Organohalogen Compd.* 31, pages 405–409

Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004. Detailed review of selected non-incineration and incineration POPs Elimination Technologies for the CEE Region. Se puede consultar en www.mst.dk/publications/

Piersol, P. 1989. *The Evaluation of Mobile and Stationary Facilities for the Destruction of PCBs*. Environment Canada Report EPS 3/HA/5, May 1989.

PNUMA, 1993. Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials. Se puede consultar en www.uneptie.org

PNUMA, 1994. Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention. Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 1995a. Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal. Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 1995b. Basel Convention: Manual for Implementation. Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 1995c. Technical Guidelines on Incineration on Land (D10). Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 1995d. Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5). Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 1998a. Basel Convention: Guide to the Control System. Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 1998b. Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity. Se puede consultar en www.chem.unep.ch

PNUMA, 2000a. Methodological Guide for the Undertaking of National Inventories of Hazardous Wastes Within the Framework of the Basel Convention. Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 2000b. Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies. Se puede consultar en www.chem.unep.ch

PNUMA, 2001. Guía Metodológica para realizar inventarios nacionales de desechos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea. Se puede consultar en www.basel.int

PNUMA, 2003. Orientaciones provisionales para elaborar un plan de aplicación nacional del Convenio de Estocolmo. Se puede consultar en www.pops.int

PNUMA, 2004a. Directrices para el Programa de Vigilancia Mundial de contaminantes orgánicos persistentes. Primera edición, junio de 2004, División de Productos Químicos del PNUMA. Se puede consultar en www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf

PNUMA, 2004b. Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries. Se puede consultar en www.unep.org/stagef

PNUMA, 2005: Proyecto del PNUMA/FMAM sobre capacidad existente y necesidades de creación de la capacidad para analizar COP en los países en desarrollo. Se puede consultar en www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm

PNUMA, 2006a. Proyecto de Directrices sobre Mejores Técnicas Disponibles y orientación provisional sobre Mejores Prácticas Ambientales. Se puede consultar en www.pops.int

PNUMA, 2006b. Draft Guidance for Analysis of Persistent Organic Pollutants (POPS). Se puede consultar en www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm.

Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra. Mecanismo de intercambio de información del PAM. Se puede consultar en <http://pops.gpa.unep.org>

Rahuman, M.S.M. Mujeebur; L.Pistone; F. Trifirò and S. Miertu, 2000. Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Se puede consultar en www.unido.org

Ray, I. D., 2001. Management of chlorinated wastes in Australia. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, November 2001.

- Sakai S., Peter. A. B., Oono M. 2001. *PCB destruction by catalytic hydrodechlorination (CHD) and t-BuOK method: Combinatorial bio/chemical analysis*. Organohalogen Compd. 54, pages 293–296
- Sasaki Satoshi, A. Masaaki, A. Watanabe, O. Nishida, H. Fujita, W. Harano, S. Nagata, H. Mimura. 2003. *Dioxin formation and PCB Emissions in a Pool Combustion of a PCB Mixed oil – Simulation of Fires in PCB Degradation Facilities*. Organohalogen Compounds, 63, pages 171–175
- Stobiecki, S., J. Cieszkowski, A. Silowiecki and T. Stobiecki. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: project outline. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, November 2001.
- Takigami H., Sakai S., and Oono M., 2002, *Validation study for practical bio-monitoring of waste PCB samples during their destruction treatment using DR-CALUX assay and PCB immunoassay*, Organohalogen Compd. 58, pages 397–400
- Takigami H., Sakai S., and Oono M., 2002, *Practical CALUX-monitoring of PCB wastes during their chemical treatments*, Organohalogen Compd. 58, pages 397–400
- United States Army Corps of Engineers, 2003. Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies. Se puede consultar en www.usace.army.mil
- Vijgen, J., 2002. NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater. Se puede consultar en www.unep.org/stapgef
- Watanabe Atsuo, A. Ohara, and N. Tajima 2002. *Basic Analysis on Severe Accident for Chemical PCB Detoxification Plant using the UV/Catalyst Method*. Journal of Chemical Engineering of Japan, 35, pages 729–736
- Watanabe Atsuo, A. Ohara, N. Tarima, S. Yoneki, and Y. Hosoya, 2003. *PSA application for PCBs detoxification plant*. Journal of Material Cycle and Waste Management, 5, No. 1 pages 39–48
- Weber, Roland, 2004. Relevance of PCDD/PCDF Formation for the Evaluation of POPs Destruction Technologies – Necessity and Current Status. Organohalogen Compd. 66: 1282-1288.

Anexo III

Directrices técnicas para la manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT), que lo contengan o estén contaminados con él

Índice

I.	Introducción.....	76
A.	Ámbito	76
B.	Descripción, producción, utilización y desechos	76
1.	Descripción.....	76
2.	Producción.....	77
3.	Utilización	77
4.	Desechos.....	78
II.	Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo	78
A.	Convenio de Basilea.....	78
B.	Convenio de Estocolmo	79
III.	Disposiciones del Convenio de Estocolmo que se han de abordar en cooperación con el Convenio de Basilea	82
A.	Bajo contenido de COP.....	82
B.	Niveles de destrucción y transformación irreversible	82
C.	Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional.....	82
IV.	Orientación sobre el manejo ambientalmente racional	82
A.	Consideraciones generales: Convenios de Basilea, Convenio de Estocolmo y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.....	82
1.	Convenio de Basilea	82
2.	Convenio de Estocolmo.....	82
3.	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	82
B.	Marco legislativo y reglamentario.....	82
C.	Prevención y minimización de los desechos	83
D.	Determinación e inventarios	84
1.	Determinación	84
2.	Inventarios	84
E.	Muestreo, análisis y vigilancia	85
1.	Muestreo	85
2.	Análisis	85
3.	Vigilancia.....	85
F.	Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento.....	85
1.	Manipulación	85
2.	Recolección	86
3.	Embalaje	86
4.	Etiquetado.....	87
5.	Transporte.....	87
6.	Almacenamiento	87
G.	Eliminación ambientalmente racional	87
1.	Tratamiento previo.....	87
2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible	87
3.	Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente	87
4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP	87
H.	Rehabilitación de los lugares contaminados	87
I.	Salud y seguridad	87
1.	Situaciones de mayor riesgo	88
2.	Situaciones de menor riesgo	88
J.	Medidas para situaciones de emergencia	88
K.	Participación de la población	88

Anexos

I	Sinónimos y nombres comerciales del DDT	89
II	Bibliografía	90

Abreviaturas y siglas

CG	cromatografía de gases
COP	contaminante orgánico persistente
DDD	1,1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano
DDE	1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano
DDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano)
EM	espectrometría de masas
EPA	Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Estados Unidos de América)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GAR	manejo ambientalmente racional
IOMC	Programa Interorganismos para la Gestión Racional de las Sustancias Químicas
IPCS	Programa Internacional de Seguridad Química
NFPA	National Fire Protection Association (Estados Unidos de América)
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMI	Organización Marítima Internacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCB	bifenilo policlorado
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Unidades de medida

Mg	Megagramo (1.000 kg o una tonelada).
mg	miligramo
mg/kg	miligramo(s) por kilogramo. Corresponde en peso a partes por millón (ppm) por masa.
ppm	partes por millón

I. Introducción

A. Ámbito

1. Las presentes directrices técnicas generales proporcionan orientación para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en diclorodifeniltricloroetano (DDT), que lo contengan o estén contaminados con él, de conformidad con las decisiones IV/17, V/26, VI/23, VII/13 y VIII/16 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación y I/4, II/10 y III/8, IV/11 y V/12 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea, la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes, del Convenio de Estocolmo, y las decisiones SC-1/21 y SC-2/6 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo.

2. El DDT se aborda en el Anexo B del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y es el objeto de las presentes directrices técnicas generales por su importancia para la lucha contra el vector del paludismo en muchos países tropicales. Todos los demás plaguicidas enumerados como COP en el anexo A del Convenio de Estocolmo se tratan por separado en las *Directrices técnicas para la manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mírex o toxafeno o HCB como producto químico industrial, o que los contengan o estén contaminados con ellos* (PNUMA, 2006a).

3. La descomposición del DDT normalmente da lugar a otras dos sustancias, 1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenilo)etano (DDD) y 1,1 dicloro 2,2 bis(4 clorofenilo)etano (DDE). Ambas suelen encontrarse también como impurezas en el DDT comercial. Sus propiedades físicas y químicas son semejantes a las del DDT, y son aún más persistentes en el medio ambiente que el propio DDT. En consecuencia, es probable que la mayor parte de los desechos que contienen DDT o están contaminados con él contengan también DDD y DDE, o estén contaminados con ellos. Desde el punto de vista de su gestión y eliminación ambientalmente racional estos desechos deberán tratarse como si las cantidades de DDD y DDE fueran la cantidad equivalente de DDT.

4. El presente documento deberá utilizarse conjuntamente con el documento titulado “*Directrices técnicas generales para la manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos*” (“las directrices técnicas generales”) (PNUMA, 2006b). En ese documento se proporciona información más pormenorizada acerca de la naturaleza y la frecuencia de los desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él a los efectos de su determinación y manejo.

B. Descripción, producción, utilización y desechos

1. Descripción

5. La sustancia DDT (N° CAS: 50-29-3) fue sintetizada por primera vez en 1874 en Suiza por Zeidler. No se encuentra naturalmente en el medio ambiente. Sus propiedades plaguicidas fueron reconocidas en 1939 por Paul Muller.

6. El p,p'-DDT (o 4,4'-DDT) puro es una sustancia cristalina incolora semejante a polvos con un punto de fusión de 108°C y un punto de ebullición de 260°C. Es casi insoluble en agua pero soluble en muchos disolventes orgánicos. Debido a su lipofilia (log K_{ow} = 6,36), se concentra en sedimentos y presenta bioacumulación (en tejidos adiposos) y biomagnificación. Además, es una sustancia inflamable (punto de inflamación 72–75°C). El DDT de calidad técnica consiste en varios isómeros con propiedades semejantes. Si se libera en un medio terrestre, el DDT se absorberá muy fuertemente en el suelo y se evaporará y fotooxidará cerca de la superficie. No se hidroliza y no se biodegrada significativamente en la mayor parte de los medios acuáticos. Si se libera en el aire, sufre fotodegradación directa y reacción con radicales hidroxilos producidos fotoquímicamente. El DDT se consideraba como el plaguicida ideal debido a su toxicidad para una gran diversidad de insectos y relativamente inofensivo para mamíferos, peces y plantas, sobre todo si se comparaba con otros plaguicidas de uso común a la sazón, como el arsenato de plomo. La estructura básica del DDT es la que se observa en la Figura 1, *infra*.

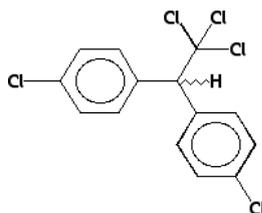


Figura 1. Estructura del DDT

2. Producción

7. La gran aceptación inicial del DDT se debió a su costo razonable, eficacia, persistencia y versatilidad. En los Estados Unidos de América, durante los 30 años anteriores a la prohibición de su uso, se utilizaron en el país aproximadamente 613.000 Mg de DDT. Después de 1959, el uso de DDT se redujo considerablemente, disminuyendo de un máximo de 36.000 Mg en ese año a poco menos de 5.500 Mg en los primeros años del decenio de 1960. El descenso en el uso del DDT se debió a la mayor resistencia de los insectos, la elaboración de plaguicidas alternativos más eficaces, la creciente preocupación pública por los efectos secundarios ambientales nocivos y el aumento de las restricciones gubernamentales respecto de su utilización. Además de para el consumo interno, el DDT fue adquirido en grandes cantidades por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y por las Naciones Unidas y exportado para la lucha contra el paludismo. Las exportaciones de DDT aumentaron del 12% de la producción total en 1950 al 67% en 1969. No obstante, las exportaciones acusaron un fuerte descenso, pasando de aproximadamente 32.000 Mg en 1970 a 16.000 Mg en 1972 (EPA, 1975).

8. El DDT se produce también para su uso como producto químico intermedio en la fabricación del plaguicida dicofol (2,2,2-tricloro-1,1-bis(4-clorofenil)etanol, No. CAS 115-32-2). Puede encontrarse información sobre los procesos y volúmenes de producción en el cuadro provisional para incluir las notificaciones de producción y uso de intermediarios en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento de conformidad con la nota iii) del Anexo A y la nota iii) del Anexo B del Convenio de Estocolmo, publicadas en www.pops.int/documents/registers/closedsys.htm.

9. La información sobre la utilización actual del DDT puede encontrarse en el registro del DDT del sitio web del Convenio de Estocolmo, en www.pops.int/documents/registers/ddt.htm. Puede encontrarse más información sobre la producción de DDT en el pasado en los planes nacionales de aplicación publicados en www.pops.int/documents/implementation/nips/submissions/default.htm.

10. La lista que figura a continuación contiene algunos de los nombres comerciales comunes de productos del DDT (véase en el anexo I una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos del DDT, y en la sección D del capítulo IV *infra* se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse cuando se utilicen nombres comerciales en los inventarios):

Agritan
Anofex
Arkotine
Azotox
Bosan supra
Bovidermol
Chlorophenothane
Dedelo
Deoval

3. Utilización

11. El DDT fue el primer insecticida orgánico clorado cuya utilización comercial se generalizó, durante la segunda Guerra Mundial, como plaguicida contra los mosquitos para la prevención del paludismo y la fiebre amarilla, y también para combatir la mosca tse-tsé (TOMES Plus® System de Thomson MICROMEDEX). Se utilizó también como insecticida en los cultivos, en particular del tabaco y el algodón.

12. La mayoría de los países desarrollados prohibieron el DDT durante el decenio de 1970 debido a sus efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana. No obstante, en algunos países todavía

se utiliza el DDT, con determinadas restricciones, para la lucha contra los vectores con el fin de prevenir la transmisión del paludismo y combatir epidemias.

4. Desechos

13. En la mayoría de los países en desarrollo y de los países con economías en transición pueden encontrarse existencias de plaguicidas obsoletos consistentes en DDT o que lo contienen (FAO, 2001). Las cantidades oscilan entre apenas unas toneladas y varios miles de toneladas. Además, muchos suelos y sedimentos están altamente contaminados, también existen instalaciones de producción contaminadas, numerosos recipientes vacíos contaminados y otros materiales de embalaje que deben considerarse como desechos peligrosos. En muchos casos, el suelo, los sedimentos, las instalaciones de producción y otros materiales de embalaje utilizados contaminados deben tratarse de la misma manera que los plaguicidas obsoletos. Los países de la zona de la langosta migratoria, los países agrícolas y los países donde se fabrica o se fabricó el DDT tienen todavía grandes cantidades de compuestos que contienen DDT, remanentes de las antiguas existencias estratégicas para la lucha contra la langosta, de los usos agrícolas del pasado y de la producción en el pasado. Pueden obtener nuevos datos sobre las existencias de plaguicidas obsoletos que contienen DDT a través de los planes nacionales de aplicación elaborados en el marco del Convenio de Estocolmo y sus inventarios de COP conexos (véase www.pops.int/documents/implementation/nips/submissions/default.htm). Se facilitará información adicional sobre las existencias de plaguicidas obsoletos que contienen DDT por conducto del Proyecto de Existencias Almacenadas en África para la eliminación de plaguicidas.

14. Los desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él se encuentran en varias formas físicas, entre ellas las siguientes:

Existencias obsoletas de DDT en envases originales que no son ya utilizables debido a que ha caducado su vida útil o a que el embalaje se ha deteriorado;

DDT líquido de calidad técnica diluido con disolventes, como el gasóleo;

DDT sólido de calidad técnica diluido con materiales inertes;

Desechos de demolición, como paredes y solado de lugares de almacenamiento, cimientos, vigas y otros;

Equipo, como estanterías, bombas de fumigación, mangueras, material de protección personal, vehículos y tanques de almacenamiento;

Materiales de envasado, como tambores, bolsas, botellas y bombonas de gas;

Suelos, sedimento, fangos cloacales y agua;

Medios de tratamiento agotados, como el carbono activado;

Alimentos y piensos.

II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo

A. Convenio de Basilea

15. En el artículo 1 ("Alcance del Convenio") se reseñan los tipos de desechos sujetos al Convenio de Basilea. En el apartado a) del párrafo 1 de dicho artículo se explican las dos maneras de determinar si un "desecho" es "desecho peligroso" a los efectos del Convenio: en primer lugar, los desechos deben pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio ("Categorías de desechos que hay que controlar") y, en segundo lugar, los desechos deben poseer al menos una de las características enumeradas en el anexo III del Convenio ("Lista de características peligrosas")

16. En el anexo I se enumeran algunos de los desechos que puedan consistir en DDT, contenerlo o estar contaminados con él. Esos materiales son los siguientes:

Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos.

Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales

Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44)

17. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una de las características peligrosas enumeradas en el anexo III por ejemplo la H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)”;

H12 “Ecotóxicas”; o H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos” a menos que, mediante “pruebas nacionales”, se pueda demostrar que no presentan esas características. Las pruebas nacionales pueden ser útiles para una característica peligrosa específica descrita en el anexo III hasta que exista una definición completa de la característica peligrosa. Actualmente, en el marco del Convenio de Basilea, se están elaborando documentos de orientación para cada una de las características peligrosas descritas en el anexo III.

18. En la lista A del anexo VIII del Convenio se describen los desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1” aunque la “inclusión de un desecho en el anexo VIII no obsta que se recurra al anexo III (características peligrosas) para demostrar que un desecho no es peligroso” (párrafo b) del anexo I). La Lista B del anexo IX incluye desechos “que no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del Convenio de Basilea, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III”. Las siguientes categorías de desechos del anexo VIII son aplicables en particular al DDT:

- A4030 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados¹, o no aptos para el uso previsto originalmente
- A4100 Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B
- A4130 Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III.
- A4140 Desechos consistentes o que contengan productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados² correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
- A4160 Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060).

19. Para más información, véase la sección II.A de las directrices técnicas generales.

B. Convenio de Estocolmo

20. El Convenio de Estocolmo se ocupa del DDT en sus artículos 3 (“Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales”) y 4 (“Registro de exenciones específicas”) y el anexo B (“Restricción”).

21. Con respecto a la producción y utilización del DDT, en el Convenio de Estocolmo se establece una diferencia entre la finalidad aceptable de producción y utilización, a saber, la lucha contra los vectores de enfermedades de acuerdo con la Parte II del Anexo B del Convenio, y la exención específica para la producción y utilización, a saber, la producción de dicofol e intermediario.

22. En la parte I del anexo B se establecen los requisitos específicos con respecto al DDT en la forma siguiente:

¹ “Caducados” significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

² *Ibid.*

Producto químico	Actividad	Finalidad aceptable o exención específica
DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano) (N° de CAS: 50-29-3)	Producción	<u>Finalidad aceptable:</u> Uso en la lucha contra los vectores de enfermedades de acuerdo con la parte II del presente anexo <u>Exención específica:</u> Intermediario en la producción de dicofol Intermediario
	Uso	<u>Finalidad aceptable:</u> Uso en la lucha contra los vectores de enfermedades de acuerdo con la parte II del presente anexo <u>Exención específica:</u> Producción de dicofol Intermediario

Notas:

- i) A menos que en el presente Convenio se disponga otra cosa, las cantidades de un producto químico presentes como contaminantes en trazas no intencionales en productos y artículos no se considerarán incluidas en el presente anexo;
 - ii) La presente nota no será considerada como una finalidad aceptable o exención específica para la producción y la utilización a los fines del párrafo 2 del artículo 3. Las cantidades de un producto químico presentes como constituyentes de artículos manufacturados o que ya estaban en uso antes o en la fecha de entrada en vigor de la obligación de que se trate con respecto a ese producto químico no se considerarán incluidas en el presente anexo siempre y cuando la Parte haya notificado a la secretaría que un determinado tipo de artículo sigue estando en uso en esa Parte. La secretaría pondrá esas notificaciones en conocimiento del público;
 - iii) La presente nota no será considerada como una exención específica para la producción y la utilización a los fines del párrafo 2 del artículo 3. Dado que no se espera que cantidades significativas del producto químico lleguen a las personas y al medio ambiente durante la producción y uso de un intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento, una Parte, tras notificarlo a la secretaría, podrá permitir la producción y utilización de cantidades de un producto químico incluido en el presente anexo como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento que se transforma químicamente en la fabricación de otros productos químicos que, teniendo en cuenta los criterios estipulados en el párrafo 1 del anexo D, no presentan características de contaminantes orgánicos persistentes. Esta notificación deberá incluir información sobre la producción y el uso totales de esos productos químicos o una estimación razonable de esos datos, así como información sobre la naturaleza del proceso de sistema cerrado y limitado a un emplazamiento, incluida la magnitud de cualquier contaminación en trazas no intencional y no transformada del material inicial del contaminante orgánico persistente en el producto final. Este procedimiento se aplicará salvo cuando en el presente anexo se indique otra cosa. La secretaría dará a conocer tales notificaciones a la Conferencia de las Partes y al público. Dicha producción o uso no se considerará como una exención específica para la producción o utilización. Dicha producción y utilización deberán cesar al cabo de un período de diez años, a menos que la Parte interesada presente una nueva notificación a la secretaría, en cuyo caso el período se prorrogará por otros diez años, a menos que la Conferencia de las Partes, después de estudiar la producción y la utilización decida otra cosa. El proceso de notificación podrá repetirse;
 - iv) Las Partes que hayan registrado exenciones específicas con arreglo al artículo 4 podrán gozar de todas las exenciones que figuran en el presente anexo.
23. En la parte II del anexo B (“DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis(4 clorofenil)etano)”) se especifican las restricciones con respecto al DDT en la forma siguiente:

“1. Se eliminarán la producción y la utilización de DDT salvo en lo que se refiere a las Partes que hayan notificado a la secretaría su intención de producir y/o utilizar DDT. Se crea por este medio un Registro para el DDT, que se pondrá a disposición del público. La secretaría mantendrá el Registro para el DDT.

2. Cada Parte que produzca y/o utilice DDT restringirá esa producción y/o utilización al control de los vectores de enfermedades de conformidad con las recomendaciones y directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre la utilización del DDT y producirá y/o utilizará DDT cuando no disponga de alternativas locales seguras, eficaces y asequibles.

3. En caso de que una Parte no incluida en el Registro para el DDT determine que necesita DDT para luchar contra los vectores de enfermedades, esa Parte lo notificará a la secretaría lo antes posible para que su nombre sea añadido inmediatamente al Registro para el DDT. Notificará también a la Organización Mundial de la Salud.

4. Cada Parte que utilice DDT suministrará cada tres años a la secretaría y a la Organización Mundial de la Salud información sobre la cantidad utilizada, las condiciones de esa utilización y su importancia para la estrategia de gestión de enfermedades de esa Parte, en un formato que decidirá la Conferencia de las Partes en consulta con la Organización Mundial de la Salud.

5. Con el propósito de reducir y, en última instancia, eliminar la utilización de DDT, la Conferencia de las Partes alentará:

a) A cada Parte que utilice DDT a que elabore y ejecute un plan de acción como parte del plan de aplicación estipulado en el artículo 7. En este plan de acción se incluirá:

- i) El desarrollo de mecanismos reglamentarios y de otra índole para velar por que la utilización de DDT se limita a la lucha contra los vectores de enfermedades;
- ii) El empleo de productos, métodos y estrategias alternativos adecuados, incluidas estrategias de gestión de la resistencia, para garantizar que dichas alternativas siguen surtiendo efecto;
- iii) Medidas para reforzar la atención de la salud y reducir los casos de la enfermedad.

b) A las Partes a que, según su capacidad, promuevan la investigación y el desarrollo de productos químicos y no químicos, métodos y estrategias alternativos y seguros para las Partes que utilizan DDT, que sean idóneos para las condiciones de esos países y tengan por objeto disminuir la carga que representa la enfermedad para los seres humanos y la economía. A las Partes a que, según su capacidad, promuevan la investigación y el desarrollo de productos químicos y no químicos, métodos y estrategias alternativos y seguros para las Partes que utilizan DDT, que sean idóneos para las condiciones de esos países y tengan por objeto disminuir la carga que representa la enfermedad para los seres humanos y la economía. Al examinar las alternativas o combinaciones de alternativas se atenderá principalmente a los riesgos para la salud humana y a las repercusiones ambientales de esas alternativas.

6. A partir de su primera reunión y en lo sucesivo por lo menos cada tres años, la Conferencia de las Partes, en consulta con la Organización Mundial de la Salud, determinará si el DDT sigue siendo necesario para luchar contra los vectores de enfermedades, sobre la base de la información científica, técnica, ambiental y económica disponible, incluidos:

- a) La producción y la utilización de DDT y las condiciones establecidas en el párrafo 2;
- b) La disponibilidad, conveniencia y empleo de las alternativas al DDT; y
- c) Los progresos alcanzados en el fortalecimiento de la capacidad de los países para utilizar exclusivamente esas alternativas sin que ello plantee riesgo alguno.

7. Una Parte podrá retirar en cualquier momento su nombre del Registro para el DDT mediante notificación escrita a la secretaría. La retirada tendrá efecto en la fecha que se especifique en la notificación.

24. Puede encontrarse más información sobre el registro del DDT en www.pops.int/documents/registers/ddt.htm.

25. Para más información, véase la sección B de la parte II de las directrices técnicas generales.

III. Disposiciones del Convenio de Estocolmo que han de se abordar en cooperación con el Convenio de Basilea

A. Bajo contenido de COP

26. La definición provisional de bajo contenido de COP es de 50 mg/kg. Para más información, véase la sección A de la parte III de las directrices técnicas generales.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

27. Para la definición provisional de niveles de destrucción y transformación irreversible, véase la sección B de la parte III de las directrices técnicas generales.

C. Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional

28. Véase la sección G de la parte IV de las directrices técnicas generales.

IV. Orientación sobre el manejo ambientalmente racional

A. Consideraciones generales: Convenios de Basilea y Estocolmo y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

1. Convenio de Basilea

29. Uno de los principales medios para la promoción del manejo ambientalmente racional es la preparación y difusión de directrices técnicas, como el presente documento y las directrices técnicas generales. Para más información, véase la subsección 1 de la sección A de la parte IV de las directrices técnicas generales.

2. Convenio de Estocolmo

30. En el Convenio de Estocolmo no figura una definición del término “manejo ambientalmente racional”. Ahora bien la Conferencia de las Partes, en cooperación con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea, habrá de determinar los métodos ambientalmente racionales de eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

31. Las Partes deberán consultar el documento *Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo (PNUMA 2004c)*.

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

32. Para más información sobre la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y la MAR véase la subsección 3 de la sección A de la parte IV de las directrices técnicas generales.

B. Marco legislativo y reglamentario

33. Las Partes en el Convenio de Basilea y en el Convenio de Estocolmo deberán examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales para cerciorarse de que se ajusten a los convenios respectivos y a las obligaciones contraídas en virtud de ellos, en especial las relativas al manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él.

34. Entre los elementos de un marco reglamentario aplicable al DDT podrían figurar los siguientes:

- a) Legislación de protección del medio ambiente en que se establezcan un régimen de reglamentación y límites de liberaciones;
- b) Restricciones a la producción y utilización de DDT para el control de los vectores de enfermedades y su utilización exclusivamente de conformidad con las recomendaciones y directrices de la Organización Mundial de la Salud;
- c) Prohibición o restricción de la producción, venta, importación y exportación (para su utilización) del DDT;

- d) Fechas de eliminación del DDT inventariado o almacenado;
- e) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;
- f) Especificaciones para contenedores, equipos, contenedores a granel y locales de almacenamiento;
- g) Especificación de métodos analíticos aceptables para el DDT;
- h) Requisitos para las instalaciones de manejo y eliminación de desechos;
- i) Requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, políticas, certificados de aprobación, licencias, información sobre inventarios y datos sobre emisiones nacionales;
- j) Requisitos para la determinación y rehabilitación de los lugares contaminados;
- k) Requisitos relativos a la salud y protección de los trabajadores;
- l) Otros posibles controles legislativos, por ejemplo para la prevención y minimización de los desechos, elaboración de inventarios y medidas para situaciones de emergencia.

35. Las restricciones a la producción y utilización de DDT y, en su caso, la cronología de su eliminación será probablemente la tarea legislativa de mayor repercusión para la mayoría de los países, aunque casi todos ellos cuentan ya con alguna modalidad de marco legislativo en relación con el DDT.

36. Para más información, véase la sección B de la parte IV de las directrices técnicas generales.

C. Prevención y minimización de los desechos

37. En ambos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, se promueve la prevención y minimización de los desechos, aunque en el Convenio de Estocolmo se propone la restricción de la producción y utilización o eliminación total del DDT. El Grupo de Expertos del Convenio de Estocolmo sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales está examinando la cuestión de la prevención y minimización de los desechos; a ese respecto, véase también el proyecto de *Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación profesional sobre mejores prácticas ambientales de conformidad con el artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes* (PNUMA, 2004). Se prevé que la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo apruebe el texto final de las directrices a mediados de 2007.

38. Las cantidades de desechos que contengan DDT se deberían minimizar mediante aislamiento y separación de las fuentes a fin de prevenir que se mezcle con las demás corrientes de desechos y las contamine. Debe tenerse en cuenta que el DDT obsoleto y mal embalado que se encuentre en almacenes puede contaminar gran cantidad de suelos y aguas.

39. La mezcla de desechos con un contenido de DDT superior al bajo contenido de COP definido con otro material exclusivamente a los efectos de generar una mezcla con contenido de COP inferior al bajo contenido de COP definido no es ambientalmente racional. Sin embargo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes del tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficacia del tratamiento.

40. En particular, las Partes que producen o utilizan DDT en la actualidad deberían considerar las siguientes medidas, según convenga:

- a) Modificaciones de los procesos de síntesis o formulación de plaguicidas con dicofol con el fin de reducir las impurezas de DDT
- b) Mantenimiento del equipo con el fin de prevenir derrames y fugas;
- c) Capacitación en el uso correcto del DDT y en los métodos para minimizar la generación de desechos durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento;
- d) Elaboración de planes de manejo de desechos entre los que se podría incluir la descontaminación de contenedores y de equipo que contengan DDT. Lógicamente, en dichos planes se deberán incluir todos los desechos tóxicos y peligrosos, y se deberán tener en cuenta, como posible componente, los desechos de COP, incluido el DDT;
- e) Sensibilización de los trabajadores, en particular, y del público, en general, acerca del DDT y la manera en que puede ser perjudicial para ellos y para el medio ambiente.

41. Para más información, véanse el párrafo 6 y la sección C de la parte IV de las directrices técnicas generales.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

42. El DDT y sus desechos suelen presentarse habitualmente en las siguientes formas y lugares:

- a) En residuos de la producción de DDT y en lugares en que se produjo y formuló;
- b) En lugares de almacenamiento pertenecientes a los ministerios de salud y agricultura;
- c) En lugares de almacenamiento de explotaciones agrícolas, establos y otras instalaciones para ganado;
- d) En viviendas (almacenamiento doméstico), centros de venta de medicamentos y plaguicidas, centros comerciales, escuelas, hospitales, instalaciones industriales, edificios de oficinas y apartamentos, etc.;
- e) En materiales contaminados, con inclusión de ropa de protección, equipo y accesorios de aplicación, materiales de envasado vacíos, contenedores, suelos, paredes, ventanas y mosquiteros;
- f) En vertederos;
- g) En suelos, sedimento y fangos cloacales y en el agua que han sido contaminados con vertidos;
- h) En productos comerciales que contengan DDT, como pinturas, insecticidas domésticos en aerosol y espirales insectífugas.
- i) En residuos de la producción de dicofol y lugares en que se produjo y formuló.

43. Cabe destacar que ni siquiera técnicos experimentados podrían determinar la naturaleza de un efluente, una sustancia, un contenedor o un equipo por su apariencia o sus marcas. Es muy probable que los contenedores de DDT obsoletos no estén debidamente etiquetados. Algunos inspectores experimentados tal vez puedan determinar el contenido original a partir de otra información utilizando manuales de orientación de distintas organizaciones o poniéndose en contacto con el fabricante. Un aspecto fundamental para la determinación de los desechos es el conocimiento de los productos o artículos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él, tales como fabricantes, nombres comerciales y sinónimos, fechas de fabricación, aplicaciones, modalidades de utilización y usuarios.

44. La información sobre la producción, la utilización y los tipos de desechos que se presenta en la sección B del capítulo I del presente documento puede resultar útil para determinar el DDT.

45. Para más información, véase la subsección 1 de la sección D de la parte IV de las directrices técnicas generales.

2. Inventarios

46. Es difícil compilar un inventario completo del DDT, debido, fundamentalmente, a la gran variedad de usos y lugares de almacenamiento de ese producto químico en extensas zonas rurales y urbanas. A ese respecto, los gobiernos nacionales y locales encargados de los plaguicidas y los desechos de plaguicidas tal vez puedan ofrecer una valiosa asistencia. Al preparar un inventario completo, se debe tener en cuenta que las condiciones de seguridad del lugar inventariado son tan importante como la elaboración del propio inventario. Si éste es detallado, las existencias inventariadas se deberían proteger para que sólo se efectúen adiciones o retiradas controladas de las existencias y a fin de evitar que los materiales se contaminen o se mezclen con otros. En consecuencia, un inventario debería contener también un resumen de las categorías de posibles destinos del DDT inventariado (véase PNUMA, 2001).

47. En el caso del DDT, el inventario puede servir también para determinar qué productos, artículos y desechos consistentes en DDT, lo contienen o están contaminados con él son obsoletos y cuáles tal vez sean utilizables.

48. Para más información, véase la subsección 2 de la sección D de la parte IV de las directrices técnicas generales. Convendría también consultar el manual de la FAO sobre el control de existencias y almacenamiento de plaguicidas (FAO, 1996) y sus directrices provisionales sobre la prevención de la acumulación de existencias de plaguicidas (FAO, 1995).

E. Muestreo, análisis y vigilancia

49. Para más información, véase la sección E de la parte IV de las directrices técnicas generales.

1. Muestreo

50. Los tipos de matriz que normalmente se toman para el muestreo y análisis del DDT son, entre otros, los bienes de consumo impregnados de DDT, como espirales insectífugas, mosquiteros, etc., y el aire dentro de las viviendas para determinar la exposición de la población en general, en relación con las observaciones en lugares de trabajo.

51. Para más información, véase la subsección 1 de la sección E de la parte IV de las directrices técnicas generales.

2. Análisis

52. Para más información, véase la subsección 2 de la sección E de la parte IV de las directrices técnicas generales.

3. Vigilancia

53. Se deberían aplicar programas de vigilancia de las instalaciones en que se manejan desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él. Para más información, véase la subsección 3 de la sección E de la parte IV de las directrices técnicas generales.

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

54. Para información general sobre la manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento, véanse los párrafos 1 y 2 de la sección F de la parte IV de las directrices técnicas generales.

1. Manipulación

55. Las inquietudes principales en relación con la manipulación de desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él son la exposición humana, la liberación accidental en el medio ambiente y la contaminación de otras corrientes de desechos con DDT. Esos desechos también se deberán manipular separadamente de otros tipos de desechos a fin de evitar la contaminación de esas otras corrientes de desechos. Entre las prácticas recomendadas con ese fin se incluyen las siguientes:

a) Inspección de los contenedores para detectar fugas, perforaciones, oxidación, alta temperatura (como resultado de reacciones químicas) y, si fuera necesario, el reembalaje y reetiquetado;

b) Manipulación de los desechos a temperaturas inferiores a 25°C, de ser posible, debido al aumento de la volatilidad a temperaturas más altas;

c) Comprobación de que las medidas de confinación de derrames son las apropiadas de forma que si ocurriera un derrame de desechos líquidos, éste quedará confinado, es decir, el volumen total más el 10%;

d) Colocación de revestimientos plásticos o de alfombrillas absorbentes debajo de los contenedores antes de abrirlos si la superficie de la zona de confinación careciera de un recubrimiento de protección liso (pintura, uretano, resina epóxica);

e) Drenaje de los desechos líquidos quitando el tapón de vaciado o bombeándolos con una bomba peristáltica y un sistema de tuberías de teflón o silicona;

f) Utilización de bombas, sistemas de tuberías y bidones especiales cuyo uso exclusivo sea el trasvase de desechos líquidos;

g) Limpieza de todo líquido derramado con paños, papel absorbente u otro material absorbente;

h) Enjuague triple con un disolvente, por ejemplo queroseno, de las superficies contaminadas a fin de eliminar todo residuo de DDT;

i) Tratamiento de todos los absorbentes y disolventes utilizados en el triple enjuague, ropas de protección desechables y plásticos como desechos consistentes en DDT, que los contengan o estén contaminados con ellos, cuando proceda.

56. Se deberá capacitar al personal encargado en los métodos correctos de manipulación de desechos peligrosos.

2. Recolección

57. Es posible que una parte importante del volumen total de DDT inventariado de un país se encuentre en pequeñas cantidades en pequeñas explotaciones agrícolas o en manos de pequeños empresarios y propietarios de viviendas (por ejemplo, contenedores de DDT de tamaño comercial, contenedores pequeños de productos puros y existencias en pocas cantidades). Para quienes tienen en su posesión pequeñas cantidades la eliminación de esos materiales no resulta fácil. Por ejemplo, tal el marco reglamentario exija que se inscriban como generadores de desechos, consideraciones de carácter logístico impidan o desalienten la recolección (por ejemplo, no se permite o no se dispone de sistema de recolección de desechos industriales en zonas rurales o residenciales) y la posibilidad de que los costos sean prohibitivos. Los gobiernos nacionales, regionales o municipales deberán estudiar la posibilidad de establecer centros de recolección de esas pequeñas cantidades, de manera que quienes las tengan en su posesión no tengan que ocuparse a título individual, de su transporte y eliminación.

58. La recolección de desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él y los depósitos a esos efectos deberían regirse conforme a directrices adecuadas de forma que esos desechos se manipulen y almacenen separadamente de todos los demás desechos.

59. Es absolutamente imprescindible que los depósitos de recolección no se conviertan en instalaciones de almacenamiento permanentes de desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él.

60. Para más información, véase la subsección 2 de la sección F de la parte IV de las directrices técnicas generales.

3. Embalaje

61. Los desechos consistentes en DDT, que lo contengan o estén contaminados con él se deberán embalar adecuadamente antes de ser almacenados o transportados:

a) Los desechos líquidos se deberán colocar en bidones de acero de doble tapón u otros contenedores aprobados;

b) En los reglamentos que rigen el transporte se suelen especificar contenedores de cierta calidad (por ejemplo, de acero calibre 16 con revestimiento interior de resina epóxica); por ello, los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir los requisitos de transporte previendo la posibilidad de que sean transportados en el futuro;

c) Para su traslado y almacenamiento, los tambores y el equipo se pueden colocar en paletas para elevadoras de horquilla. Los tambores y el equipo deberán asegurarse a las paletas antes del traslado.

62. Los plaguicidas a granel se suministran habitualmente en bidones metálicos de 200 litros. Si el DDT va a ser utilizado por personal de protección fitosanitaria o de campo o por pequeños agricultores, es necesario trasvasarlo a envases más pequeños, lo que requiere un gran número de contenedores pequeños vacíos, una bomba, etiquetas y otros materiales lo que puede crear problemas en aquellos países no cuentan con instalaciones adecuadas. Frecuentemente, en el lugar de reembalaje, no se dispone de esos medios o si se dispone de ellos, son insuficientes. Por ello, es posible que el DDT no llegue a utilizarse o que se adopten medidas improvisadas que pueden resultar peligrosas para quienes se encargan de su manejo o para los usuarios.

63. Algunas veces, el DDT se suministra en contenedores de escasa durabilidad, que pronto empiezan a tener fugas. Una vez que los bidones se han corroído o tienen fugas, ya no se pueden transportar, por lo que es bastante difícil utilizar su contenido. Lo mismo cabe decir de los sacos rotos y otros embalajes deteriorados. Si en los documentos de licitación no se especifica la calidad del contenedor, los licitantes podrían sucumbir a la tentación de reducir el precio en detrimento de la calidad de los contenedores.

64. Se deberían adoptar todas las precauciones necesarias para evitar que los contenedores de plaguicidas se puedan utilizar con otros fines, en particular para el almacenamiento de alimentos o de agua para consumo humano o animal.

65. Para más información, véase la subsección 3 de la sección F de la parte IV de las directrices técnicas generales.

4. Etiquetado

66. Todos los contenedores que contengan DDT deberían llevar, en un lugar visible, una etiqueta en la que figure una advertencia de peligro y una etiqueta con los datos específicos del contenedor, así como un número de serie. Estos datos deberían indicar el contenido del contenedor (cantidades exactas de volumen y peso), el tipo de desecho, el nombre comercial, el nombre del ingrediente activo (con inclusión del porcentaje), el nombre del fabricante original, lugar de procedencia para poder rastrearlo, la fecha de reembalaje y el nombre y número de teléfono del responsable durante la operación de reembalaje. Cada nuevo embalaje deberá llevar etiquetas de identificación según se menciona en el manual de capacitación de la FAO para la realización de inventarios de plaguicidas obsoletos (FAO, 2001). Los materiales clasificados como contaminantes marinos deben llevar etiquetas adicionales e independientes.

67. Para más información, véase la subsección 4 de la sección F de la parte IV de las directrices técnicas generales.

5. Transporte

68. Para más información, véase la subsección 5 de la sección F de la parte IV de las directrices técnicas generales.

6. Almacenamiento

69. Si bien muchos países han adoptado reglamentos o elaborado directrices en relación con el almacenamiento de materiales y desechos peligrosos, la mayoría no cuenta con reglamentos ni orientaciones específicas en relación con el DDT. No obstante, cabe suponer que los procedimientos de almacenamiento deberían ser análogos. Aunque la práctica recomendada difiere en cierta medida de un país a otro, existen muchos elementos comunes para el almacenamiento de estos desechos en condiciones de seguridad.

70. Para más información, véase la subsección 6 de la sección F de la parte IV de las directrices técnicas generales.

G. Eliminación ambientalmente racional**1. Tratamiento previo**

71. Para más información, véase la subsección 1 de la sección G de la parte IV de las directrices técnicas generales.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

72. Para más información, véase la subsección 2 de la sección G de la parte IV de las directrices técnicas generales.

3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representa la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente

73. Para más información, véase la subsección 3 de la sección G de la parte IV subsección IV.G.3 de las directrices técnicas generales.

4. Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP

74. Para más información, véase la subsección 4 de la sección G de la parte IV de las directrices técnicas generales.

H. Rehabilitación de los lugares contaminados

75. Para más información, véase la sección H parte IV de las directrices técnicas generales.

I. Salud y seguridad

76. Para más información, en particular sobre la distinción entre situaciones de mayor riesgo y menor riesgo, véase la sección I de la parte IV de las directrices técnicas generales.

1. Situaciones de mayor riesgo

77. Para más información sobre las situaciones de alto riesgo, véase la subsección 1 de la sección I de la parte IV de las directrices técnicas generales. Entre las situaciones potenciales de mayor riesgo relacionadas específicamente con el DDT se pueden incluir los sectores de la salud y el uso aprobado para el control de vectores.

2. Situaciones de menor riesgo

78. Para más información sobre las situaciones de menor riesgo, véase la subsección 2 de la sección I de la parte IV de las directrices técnicas generales. Entre las situaciones de menor riesgo relacionadas específicamente en el DDT se pueden incluir las siguientes:

- a) Exposición a bienes de consumo que contienen DDT, como espirales insectífugas y mosquiteros impregnados;
- b) Emplazamientos en los que se produce, manipula o utiliza DDT, incluidos los relacionados con el dicofol.

J. Medidas para situaciones de emergencia

79. Se deberán establecer planes de medidas de respuesta para situaciones de emergencia en relación con el DDT almacenado, que se esté transportando o se encuentre en el sitio de eliminación. En la sección J de la parte IV de las directrices técnicas generales figura información adicional sobre planes de medidas de respuesta para situaciones de emergencia.

K. Participación de la población

80. Las Partes en el Convenio de Basilea y las Partes en el de Estocolmo deberán instituir un proceso de participación irrestricta de la población. Para más información, véase la sección K de la parte IV de las directrices técnicas generales.

Anexo I

Sinónimos y nombres comerciales del DDT

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales ³
DDT N° de CASO: 50-29-3	Aerosol DDT, Aerosol DL, Agritan, Anofex, Antrix, Arkotine, Azotox, benceno,1,1'-(2,2,2-tricloroetilideno)bis(4-cloro-alfa, alfa-bis(p-clorofenil)-beta,beta,beta-tricloroetano, Bercema-Aero-Super, Bercema-Spritz-Aktiv, Bercema-Bekusal, Bosan Supra, Bovidermol, clorofenotano, clorofenotanos, cloro fenotan, clorofenotano, clorofenotoxum, Citox, Clofenotano, Cyklodyn, p,p'-DDT, Dedelo, Deoval, Detox, Detoxan, Dibovan, Dibovin, diclorodifeniltricloroetano, p,p'-diclorodifeniltricloroetano, 4,4'-diclorodifeniltricloroetano, Dicophane, Didigam, Didimac, Difeniltricloroetano, Dodat, Duaryl, Dykol, Dynocid, Dynol, Estonate, Gamadyn, Genitox, Gesafid, Gesapon, Gesarex, Gesarol, Guesapon, Guesarol, Gyron, Haver-extra, Hildit, Holus, Hylotox 59, Ipsotox, Ipsotox Special, Ivoran, Ixodex, Kopsol, Lidykol, Meryl N, Micro DDT 75, Mutoxin, Nera-emulze, Nerafum, Neracaine (Nerakain), Neratidine (Neratidin), Neocid, OMS 16, Parachlorocidum, Pararyl, Pentachlorin, Pentalidol, Pentech, Pilusan, Ppzeidan, p,p'-diclorodifeniltriclorometilmetano, R50, Rukseam, Santobane, Solomitol, Tech DDT, Triclorobis(4-clorofenil)etano, 1,1,1-Tricloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano, 1,1,1-tricloro-2,2-di(4-clorofenil) etano, 1,1'-(2,2,2-tricloroetilidano)bis(4-clorobenceno), 1,1-bis-(p-clorofenil)-2,2,2-tricloroetano, 2,2-bis(p-clorofenil)-1,1,1-tricloroetano, 4,4'-diclorodifeniltricloroetano, Tridynol Zeidane, Zerdane

3

La lista de nombres comerciales no es exhaustiva.

Anexo II

Bibliografía

Sobre el DDT

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile Information Sheets. Disponible en www.atsdr.cdc.gov.
- EPA, 1975. *DDT Regulatory History: A Brief Survey (to 1975)*. Disponible en www.ccme.ca.
- EPA, 2002. *The Foundation for Global Action on Persistent Organic Pollutants: A United States Perspective*. Disponible en www.ccme.ca.
- FAO, 1999. *Guidelines for the management of small quantities of unwanted and obsolete pesticides*. N° de serie 7 y N° de ref. X1531 Available at www.fao.org.
- FAO, 2001. *Baseline study on the problem of obsolete pesticide stocks*. N° de serie 9, N° de ref. X8639. Disponible en www.fao.org.
- Global Programme of Action (GPA) for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. GPA clearing-house mechanism. Disponible en <http://pops.gpa.unep.org>.
- IPCS INCHEM datasheets. Available at www.inchem.org.
- OMS/IPCS, 1995. *Persistent Organic Pollutants: An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans*. Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2006c. *Directrices técnicas generales para la manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos*. Disponible en www.basel.int.

Convenio de Basilea

- PNUMA, 1994. *Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention*. Disponible en www.basel.int.

OCDE

- OCDE, 2003. *Core Performance Elements of the Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes*. Disponible en www.oecd.org.

Marco legislativo y reglamentario

- PNUMA, 1995. *Manual for Implementation of the Basel Convention*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 1995. *Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 1998. *Basel Convention: Guide to the Control System (Instruction Manual)*. Disponible en www.basel.int.

Prevención y minimización de desechos

- CropLife, 2004. *Managing obsolete stocks of crop protection products*. Disponible en www.croplife.org.
- FAO, 1995. *Prevention of accumulation of obsolete pesticide stocks. Provisional guidelines*. Disponible en www.fao.org.
- IOMC, 2002. *Reducing and Eliminating the use of Persistent Organic Pesticides: Guidance on alternative strategies for sustainable pest and vector management*. Disponible en www.chem.unep.ch/pops/.

OMS, 2004. *A Generic Risk Assessment Model for Insecticide Treatment and Subsequent Use of Mosquito Nets*. Disponible en www.who.org.

PNUMA, 2004. *Draft Guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. (Se prevé que el texto final de las directrices será aprobado por la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo a mediados de 2007). Disponible en www.pops.int.

Determinación e inventarios

FAO, 1995. *Prevention and Disposal of Unwanted Pesticide Stocks in Africa and the Near East*. Disponible en www.fao.org.

OMS, 2002. *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard*. Disponible en www.who.org.

PNUMA, 2000. *Methodological Guide for the Undertaking of National Inventories of Hazardous Wastes Within the Framework of the Basel Convention*. Disponible en www.basel.int.

PNUMA, 2001. *Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and Other POPs Wastes under the Basel Convention, volumes A, B and C*. Disponible en www.basel.int.

PNUMA, 2006a. *Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mírex o toxafeno o HCB como producto químico industrial, o que los contengan o estén contaminados con ellos*. Disponible en www.basel.int.

PNUMA, 2006b. *Directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos*. Disponible en www.basel.int.

Muestreo, análisis y observación

ASTM International, 1996. *Sampling Environmental Media*. Disponible en www.astm.org.

EPA, 1996. *Method 4042: Soil screening for DDT by immunoassay*. www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm.

EPA, 1996. *Method 4042: Organochlorine pesticides by gas chromatography*. www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm.

EPA, 1996. *Method 4042: Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)*. www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm.

Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual*. Disponible en www.fao.org.

FAO, 1995. *Guidelines for packaging and storage of pesticides (revised version)*. Disponible en www.fao.org.

FAO, 1995. *Prevention and Disposal of Unwanted Pesticide Stocks in Africa and the Near East*. Disponible en www.fao.org.

FAO, 2001. *FAO training manual for inventory taking of obsolete pesticides*. Disponible en www.fao.org.

OMI, 2002. *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas*. Disponible en www.imo.org.

PNUMA, 1990. *Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials*. Disponible en www.uneptie.org.

Eliminación ambientalmente racional

FAO, 1996. *Disposal of bulk quantities of obsolete pesticide in developing countries. Provisional technical guidelines*. Disponible en www.fao.org.

- FAO, 1999a. *Guidelines for the management of small quantities of unwanted and obsolete pesticides*. Disponible en www.fao.org.
- FAO, 1999b. *Obsolete pesticides: problems, prevention and disposal*. CD-ROM. Disponible a través de www.fao.org.
- Ministry of the Environment, Canada. Environmental Partnerships Branch. *A gas-phase chemical reduction process*. Disponible en www.ene.gov.on.ca/programs/3354e26.pdf.
- National Pesticide Stewardship Alliance Conference, 2001. *Gas-Phase Chemical Reduction: A Proven and Accepted Technology for Pesticide and Dioxin Treatment*. Disponible en www.tpsalliance.org.
- PNUMA, 1999. *Technical Guidelines on Hazardous Waste Physico-Chemical Treatment (D9) / Biological Treatment (D8)*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 2001. *Destruction and Decontamination Technologies for PCB and Other POPs Wastes: A Training Manual for Hazardous Waste Project Managers, parts I, I and III*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 2003. Orientaciones provisionales para elaborar un plan de aplicación nacional del Convenio de Estocolmo. Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2006b. *Directrices técnicas generales para la manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos*. Disponible en www.basel.int.
- Santoleri, Reynolds y Theodore, 2000. *Introduction to Hazardous Waste Incineration*. 2ª ed.
- University of Connecticut. *Handling and Disposal of Chemicals. Best Management Practice Environmental Fact Sheet*.
- World Bank Technical Paper No. 93. *The safe disposal of hazardous wastes – the special needs and problems of developing countries*. Vol. III. Disponible en www-wds.worldbank.org.

Salud y seguridad

- EPA, sin fecha. International Chemical Safety Cards. Disponible en www.ilo.org.
- OIT, 1999. *Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice*. Disponible en www.ilo.org.

Medidas para situaciones de emergencia

- NFPA 472. *Standard for Professional Competence of Responders to Hazardous Materials Incidents*. Disponible en www.nfpa.org.
- OCDE, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*, 2ª ed. Disponible en www.oecd.org.

Participación de la población

- Australian Government, Department of the Environment and Heritage, 2000. *A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation*. Disponible en www.deh.gov.au/settlements/publications/chemicals/scheduled-waste/community-consultation.html.

Anexo IV

Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mírex o toxafeno o HCB como producto químico industrial, o que los contengan o estén contaminados con ellos

Índice

I.	Introducción.....	97
A.	Ámbito	97
B.	Descripción, producción, utilización y desechos	97
1.	Aldrina.....	97
a)	Descripción.....	97
b)	Producción.....	98
c)	Utilización.....	98
2.	Clordano	98
a)	Descripción.....	98
b)	Producción.....	98
c)	Utilización.....	99
3.	Dieldrina.....	99
a)	Descripción.....	99
b)	Producción.....	99
c)	Utilización (véase también la aldrina).....	99
4.	Endrina.....	100
a)	Descripción.....	100
b)	Producción.....	100
c)	Utilización.....	100
5.	Heptacloro	101
a)	Descripción.....	101
b)	Producción.....	101
c)	Utilización.....	101
6.	Hexaclorobenzeno (HCB).....	101
a)	Descripción.....	101
b)	Producción.....	101
c)	Utilización.....	102
7.	Mírex	103
a)	Descripción.....	103
b)	Producción.....	103
c)	Utilización.....	103
8.	Toxafeno.....	104
a)	Descripción.....	104
b)	Producción.....	104
c)	Utilización.....	105
9.	Desechos.....	105
II.	Disposiciones pertinentes de los Convenios de Basilea y Estocolmo	106
A.	Convenio de Basilea.....	106
B.	Convenio de Estocolmo	108
III.	Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que se abordarán en cooperación con el Convenio de Basilea	109
A.	Bajo contenido de COP.....	109
B.	Niveles de destrucción y transformación irreversible	109
C.	Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional.....	109
IV.	Orientación sobre manejo ambientalmente racional	109
A.	Consideraciones generales: Convenios de Basilea y Estocolmo y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	109
1.	Convenio de Basilea	109
2.	Convenio de Estocolmo	109
3.	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	109
B.	Marco legislativo y reglamentario.....	109
C.	Prevención y minimización de los desechos	110
D.	Determinación e inventarios	111
1.	Determinación	111
2.	Inventarios	112
E.	Muestreo, análisis y vigilancia	112

	1.	Muestreo	112
	2.	Análisis	112
	3.	Vigilancia.....	112
F.		Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento.....	112
	1.	Manipulación	113
	2.	Recolección	113
	3.	Embalaje	114
	4.	Etiquetado.....	115
	5.	Transporte.....	115
	6.	Almacenamiento	115
G.		Eliminación ambientalmente racional	115
	1.	Tratamiento previo.....	115
	2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible	115
	3.	Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representa la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente.....	115
	4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP	115
H.		Rehabilitación de lugares contaminados	115
I.		Salud y seguridad	115
	1.	Situaciones de mayor riesgo	116
	2.	Situaciones de menor riesgo	116
J.		Medidas en situaciones de emergencia	116
K.		Participación de la población	116
Anexos			
I.		Sinónimos y nombres comerciales de plaguicidas que son COP.....	117
II.		Bibliografía.....	122

Abreviaturas y siglas

ADR	Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CG	cromatografía de gases
CIIC	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
COP	contaminante orgánico persistente
DDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano)
EPA	Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Estados Unidos de América)
EXTOXNET	Extension Toxicology Network
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
HCB	hexaclorobenceno
HEOD	1, 2, 3, 4, 10, 10 - hexacloro - 6, 7 - epoxi - 1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a - octahidro – endo 1, 4 - , exo – 5, 8, - dimetanonaftaleno
HHDN	1,2,3,4,10,10-hexacloro1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-endo-1,4-exo-5,8-dimetanonaftaleno
HSDB	Hazardous Substances Data Bank
INCHEM	Información sobre la seguridad de los productos químicos proporcionada por organizaciones intergubernamentales, del Programa Internacional sobre Seguridad Química
IPCS	Programa Internacional de Seguridad Química
MPA	mejores prácticas ambientales
MTD	mejores técnicas disponibles
NTP	National Toxicology Program (Estados Unidos de América)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OMI	Organización Marítima Internacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCB	bifenilos policlorados
PCC	canfenos policlorados
PCDD	dibenzoparadióxinas policloradas
PCDF	dibenzofuranos policlorados
Plaguicidas que son COP	Grupo de plaguicidas enumerados en el Anexo A del Convenio de Estocolmo (aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex y toxafeno) y HCB como producto químico industrial
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RID	Reglamento internacional sobre el transporte de mercaderías peligrosas por ferrocarril
STARS	Stoffdatenbank für Altlasten- /umweltrelevante Stoffe (Base de datos de sustancias para emplazamientos contaminados: sustancias de importancia ambiental)
TOXNET	Toxicology Data Network

Unidades de medida

Mg	Megagramo (1.000 kg o una tonelada).
mg/kg	miligramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por millón (ppm).
ppm	partes por millón

I. Introducción

A. Ámbito

1. Estas directrices técnicas generales ofrecen orientación para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenzeno (HCB), mirex o toxafeno o HCB como producto químico industrial (designados con la fórmula “plaguicidas que son COP”), que los contengan o estén contaminados con ellos, de conformidad con las decisiones IV/17, V/26, VI/23, VII/13 y VIII/16 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, I/4, II/10, III/8, IV/11 y V/12 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea, la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes, del Convenio de Estocolmo, y las decisiones SC-1/21 y SC-2/6 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo.

2. En estas directrices técnicas se contemplan todos los plaguicidas incluidos como contaminantes orgánicos persistentes (COP) en el anexo A del Convenio de Estocolmo. El plaguicida 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano – DDT) se contempla en el anexo B del Convenio de Estocolmo debido a su importancia para el control del vector del paludismo en muchos países tropicales y es objeto de directrices técnicas independientes (PNUMA, 2006a).

3. En estas directrices técnicas se incluye también el HCB como producto químico industrial, ya que los desechos generados son, en gran parte, semejantes a los desechos consistentes en HCB, como plaguicida, lo contienen o están contaminados con él. En consecuencia, el manejo ambientalmente racional de esta sustancia como producto químico industrial es semejante a su manejo ambientalmente racional como plaguicida.

4. El HCB producido en forma no intencional no se aborda en estas directrices técnicas. Se trata en las directrices técnicas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan PCCD, PCDF, HCB o PCB o estén contaminados con ellos producidos de forma no intencional (PNUMA, 2006b).

5. El presente documento deberá utilizarse conjuntamente con las *Directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos* (“las directrices técnicas generales”) (PNUMA, 2006c). En ese documento se proporciona información más pormenorizada acerca de la naturaleza y la frecuencia de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos a los efectos de su determinación y manejo.

B. Descripción, producción, utilización y desechos

1. Aldrina

a) Descripción

6. La aldrina (N° CAS: 309-00-2) adopta la forma de cristales blancos e inodoros cuando se encuentra en estado puro. La aldrina de calidad técnica es de color entre marrón y marrón oscuro, con un ligero olor químico (Ritter et al., 1995). La aldrina contiene no menos del 95% de 1,2,3,4,10,10-hexacloro 1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-endo-1,4-exo-5,8-dimetanonaftaleno (HHDN). El HHDN es un sólido blanco, cristalino e inodoro con un punto de fusión de 104–104,5°C. La aldrina de calidad técnica es un sólido de color entre marrón y marrón oscuro, con un intervalo de fusión de 49 a 60°C. Es casi insoluble en el agua, moderadamente soluble en aceite de petróleo y estable al calor, álcalis y ácidos suaves (ATSDR, 2002; IPCS INCHEM, sin fecha; OMS-FAO, 1979). La aldrina pura es estable a < 200°C y dentro de un intervalo pH comprendido entre pH 4 y pH 8; no obstante, los agentes oxidantes y los ácidos concentrados atacan el anillo no clorado en algunas condiciones. La aldrina es ligeramente corrosiva o no es corrosiva para los metales debido a la lenta formación de cloruro de hidrógeno durante el almacenamiento. La aldrina y la dieldrina (1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-endo-1,4-exo-5,8,-dimetanonaftaleno, N° CAS: 60-57-1) son los dos nombres habituales de dos insecticidas que químicamente están estrechamente relacionados. En el

medio ambiente la aldrina se transforma rápidamente en dieldrina (Global Pesticides Release Database, Environment Canada, sin fecha).

b) Producción

7. La aldrina se sintetizó como plaguicida en los Estados Unidos de América en 1948. Se produjo mediante la reacción Diels-Alder de hexaclorociclopentadieno con biciclo[2.2.1]-2,5-heptadieno. La condensación final se realizó normalmente a una temperatura aproximada de 120°C y a presión atmosférica. El bicicloheptadieno excedente se eliminó mediante destilación. Habitualmente, el producto final se purificaba de nuevo mediante recristalización. La fabricación comercial de aldrina comenzó en 1950 y la sustancia se utilizó en todo el mundo hasta comienzos del decenio de 1970 (ATSDR, 2002; PNUMA, 2003d). En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización

8. La aldrina se ha fabricado comercialmente desde 1950 y se utilizó en todo el mundo hasta los primeros años setenta para combatir las plagas de los suelos, como el gusano de la raíz del maíz, el gusano de alambre, el gorgojo acuático del arroz y los saltamontes. Se utilizó también para proteger las estructuras de madera y las protecciones de plástico y caucho de los cables eléctricos y de telecomunicaciones (ATSDR, 2002; PNUMA, 2002a). En 1966, el uso de la aldrina en los Estados Unidos alcanzó un máximo de 8.550 Mg, pero en 1970 había descendido a 4.720 Mg.

9. En 1970, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos suspendió todos los usos de la aldrina y la dieldrina por temor a que pudieran causar graves daños ambientales en los ecosistemas acuáticos y debido a sus propiedades potencialmente carcinógenas. A comienzos de 1971, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) inició los procedimientos de suspensión de la aldrina y la dieldrina pero no ordenó la suspensión de su uso. En 1972, en virtud de lo establecido en la Ley Federal sobre insecticidas, fungicidas y rodenticidas enmendada por la Ley Federal de control de los plaguicidas de 1972, un decreto de la EPA levantó la suspensión de la dieldrina en tres casos: inserción subsuperficial para combatir las termitas; inmersión de raíces y puntas de plantas no alimenticias, y protección frente a las polillas en los procesos manufactureros que utilizan sistemas completamente cerrados. La mayor parte de la información sobre la aldrina es también aplicable a la dieldrina.

2. Clordano

a) Descripción

10. El clordano de calidad técnica (N° CAS: 57-74-9) es una mezcla viscosa de al menos 23 compuestos diferentes, entre ellos los isómeros del clordano, otros hidrocarburos clorados y subproductos. Los principales constituyentes del clordano técnico son el trans-clordano (gamma-clordano) (en torno al 25%), cis-clordano (alfa-clordano) (70%), heptacloro, trans-nonacloro y cis-nonacloro (< 1%). El heptacloro es uno de los componentes más activos del clordano técnico, que es un líquido viscoso, incoloro o de color ámbar y olor semejante al cloro. El cis-clordano puro tiene un punto de fusión de 106°C; el del trans-clordano puro es de 104°C. No son solubles en agua y son estables en la mayor parte de los solventes orgánicos, incluidos los aceites de petróleo. Son inestables en presencia de álcalis débiles (ATSDR, 1994; EXTOWNET, sin fecha; Holoubek et al., 2004; IPCS INCHEM, sin fecha; Ritter et al., 1995; PNUMA, 2002a; OMS-FAO, 1978).

b) Producción

11. El clordano se produce mediante la cloración de ciclopentadieno para formar hexaclorociclopentadieno y la condensación de este último con ciclopentadieno para formar clordeno. El clordeno se clora luego a alta temperatura y presión para obtener clordano (ATSDR, 1994; PNUMA, 2003d).

12. Las materias primas para el proceso de fabricación son ciclopentadieno, hexaclorociclopentadieno y cloro o algún otro agente clorante. El clordano se produce en una reacción en dos pasos. En el primero, el hexaclorociclopentadieno reacciona con ciclopentadieno en una reacción Diels Alder. La reacción es exotérmica y procede fácilmente a una temperatura de hasta aproximadamente 100°C. El producto intermedio se conoce con el nombre de clordeno. En el siguiente

paso, se agrega cloro al doble enlace no sustituido. Se ha señalado que varios agentes clorantes, por ejemplo el cloruro de azufre, y catalizadores, como el ferrocloruro, hacen que la adición predomine sobre la sustitución, pero al parecer en la práctica real sólo se utiliza el cloro (De Bruin, 1979). En el anexo I puede verse una lista detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D del capítulo IV, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización

13. El clordano, que se introdujo en el mercado por primera vez en 1945, es un insecticida de contacto de amplio espectro que se empleó en los cultivos agrícolas y en el césped y los jardines. Se utilizó también ampliamente para combatir las termitas, las cucarachas, las hormigas y otras plagas de los hogares (Fiedler et al., 2000; PNUMA, 2002a). En China, el clordano se utiliza todavía como termiticida en las construcciones y presas. (PNUMA, 2002b).

14. En 1988, se suspendió el uso comercial del clordano en los Estados Unidos de América. Entre 1983 y 1988 el clordano se utilizaba exclusivamente para combatir las termitas subterráneas. Con ese fin, el clordano se aplicaba fundamentalmente como líquido, que se vertía o inyectaba alrededor de los cimientos de los edificios. El clordano, junto con el heptacloro, se utilizó ampliamente como plaguicida para combatir los insectos en varios tipos de productos agrícolas y otras formas de vegetación. El modo de utilización del clordano a mitad del decenio de 1970 era el siguiente: el 35% era utilizado por profesionales de la lucha contra las plagas, en particular para las termitas; el 28% se utilizaba en los cultivos agrícolas, en particular el maíz y los cítricos; el 30% se empleaba en el césped y los jardines domésticos, y el 7% se utilizaba para la hierba y las plantas ornamentales. En 1978, se publicó un aviso de eliminación definitiva en el que se pedía la suspensión del uso del clordano, excepto para la inyección subterránea con el fin de combatir las termitas y para impregnar las raíces y las puntas de plantas no alimenticias. El uso secundario del clordano para el tratamiento de las plantas no alimenticias se suspendió en 1983. El uso del clordano disminuyó drásticamente en el decenio de 1970, cuando la EPA suspendió todos los usos con excepción de la aplicación subterránea para combatir las termitas (ATSDR, 1994).

3. Dieldrina

a) Descripción

15. La dieldrina (N° CAS: 60-57-1) es un producto de calidad técnica que contiene el 85% de 1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-endo-1,4-exo-5,8,-dimetanonaftaleno (HEOD). La dieldrina está estrechamente relacionada con su precursor, la aldrina. El ingrediente principal puro, HEOD, es un sólido cristalino blanco con un punto de fusión de 176-177°C. La dieldrina de calidad técnica es un sólido de color marrón claro y lameliforme con un punto de fusión de 150°C. Es casi completamente insoluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. El HEOD puro es estable en álcalis y ácidos diluidos pero reacciona con los ácidos fuertes (ATSDR, 2002; IPCS INCHEM, sin fecha; OMS-FAO, 1975).

b) Producción

16. La dieldrina se fabricó mediante epoxidación de la aldrina. La epoxidación de la aldrina se obtuvo mediante reacción con un perácido (que produce dieldrina y un ácido, como subproducto) o con peróxido de hidrógeno y un catalizador de óxido tungstíco (dieldrina y agua). En general se utilizaron como perácidos el ácido peracético y el ácido perbenzoico. Cuando se utilizó un perácido, la reacción de epoxidación se realizó en forma no catalítica o con un catalizador ácido, como el ácido sulfúrico o el ácido fosfórico. Cuando se utilizó el peróxido de hidrógeno, el catalizador era en general el trióxido de tungsteno (ATSDR, 2002; PNUMA, 2003d). En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización (véase también la aldrina)

17. La dieldrina se utilizó sobre todo para combatir los insectos de los suelos, como la crisomela del maíz, el gusano de alambre y la cuncunilla (PNUMA, 2002a). Asimismo, se utilizó y se sigue utilizando en la protección de la salud pública para combatir varios vectores de insectos (ATSDR, 2002; Fiedler et al., 2000). En la India, su fabricación e importación fueron prohibidas mediante un decreto de

fecha 17 de julio de 2001, pero se permitió su comercialización y uso restringido (lucha contra las langostas) por un período de dos años a partir de la fecha de la prohibición, o hasta la fecha de caducidad, cualquiera que fuera antes. Se han señalado casos de uso restringido de dieldrina en Bangladesh, Myanmar y Nepal (PNUMA, 2002c).

4. Endrina

a) Descripción

18. La endrina (N° CAS: 72-20-8), en estado puro, es un sólido cristalino y tiene un punto de fusión de 200°C. Se descompone a temperaturas superiores a los 245°C (punto de ebullición). El producto de calidad técnica es un polvo de color marrón claro, con un olor característico. Es casi insoluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. Es estable en los álcalis y ácidos, pero se transforma en sustancias menos activas como insecticidas en presencia de ácidos fuertes, o mediante exposición a la luz solar o a calor por encima de los 200°C (ATSDR, 1996; IPCS INCHEM, sin fecha; OMS-FAO, 1975).

b) Producción

19. La endrina es un esteroisómero de dieldrina producido mediante la reacción de cloruro de vinilo y hexaclorociclopentadieno de la que resulta un producto que luego se deshidroclora y condensa con ciclopentadieno para producir isodrina. Este producto intermedio se epoxida con ácido peracético o perbenzoico para obtener endrina. Un método alternativo de producción consiste en la condensación de hexaclorociclopentadieno con acetileno para obtener el producto intermedio que se condensa con ciclopentadieno (ATSDR, 1996; PNUMA, 2003d).

20. Se estima que en 1962 se vendieron en los Estados Unidos de América 2.345 Mg de dieldrina, mientras que en 1971 se produjeron menos de 450 Mg. No pudieron encontrarse estimaciones más recientes de la producción interna de endrina. Como ocurre con muchas otras sustancias químicas tóxicas, la información sobre la producción o utilización de los plaguicidas es muchas veces reservada, y resulta casi imposible obtener estimaciones cuantitativas de la producción de endrina. No se disponía de ninguna información del United States Toxic Release Inventory acerca de la producción de endrina, ya que ésta no figura entre los productos químicos sobre los que los productores tienen obligación de informar. La endrina aldehído y la endrina cetona no fueron nunca productos comerciales pero se encontraban como impurezas de endrina o como productos de degradación. Mientras que los preparados comerciales de endrina sólida eran normalmente 95-98% puros, se ha observado que en productos comerciales de la endrina aparecen las siguientes sustancias químicas (además de la endrina aldehído y la endrina cetona): aldrina, dieldrina, isodrina, heptacloronorborenadieno y heptacloronorboreno (HSDB, sin fecha). El ingrediente interactivo se combinaría muchas veces con uno o más solventes orgánicos para su aplicación en forma líquida. Entre los portadores se incluían el xileno, el hexano y el ciclohexano (ATSDR, 1996; PNUMA, 2003d). En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D del capítulo IV, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización

21. A partir de 1951, la endrina se utilizó por primera vez como insecticida, rodenticida y avicida en la lucha contra la cuncunilla, ratones, topillos, saltamontes, barrenadores y otras plagas del algodón, caña de azúcar, tabaco, manzanos y cereales. Se utilizaba también como agente insecticida en perchas de gallinero, pero no se utilizó nunca ampliamente para la protección frente a las termitas ni en otras aplicaciones en zonas urbanas, a pesar de sus numerosas semejanzas químicas con la aldrina y la dieldrina. La toxicidad no intencionada de la endrina para poblaciones de rapaces y aves migratorias fue una de las principales razones para la cancelación de su uso en los Estados Unidos en cuanto agente plaguicida. Con excepción de su utilización como toxicante en las perchas de gallinero, que se suspendió en 1991, el fabricante suspendió voluntariamente todos los demás usos de la endrina en los Estados Unidos en 1986. Se ha estimado que antes de 1983 se utilizaron anualmente en los Estados Unidos 6.250 kg de endrina. Tanto la EPA como la Administración de Productos Alimenticios y Farmacéuticos de los Estados Unidos revocaron todas las tolerancias alimenticias de la endrina en 1993 (ATSDR, 1996; Fiedler et al., 2000).

5. Heptacloro

a) Descripción

22. El heptacloro puro (N° CAS: 76-44-8) es un sólido blanco y cristalino con un punto de fusión que oscila entre 95 y 96°C. El heptacloro de calidad técnica es un sólido blando y ceroso con un punto de fusión que oscila entre 46 y 74°C. Es casi insoluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. Es estable a temperaturas situadas entre 150 y 160°C y también a la luz, humedad del aire, álcalis y ácidos. No se declara fácilmente pero está expuesto a epoxidación (ATSDR, 1993; IPCS a INCHEM, sin año; OMS-FAO, 1975).

b) Producción

23. El heptacloro se registró por primera vez como posible insecticida en los Estados Unidos de América en 1952. La producción comercial comenzó en 1953. El heptacloro se produce comercialmente mediante la cloración de radical libre de clordano en benceno que contiene entre 0,5% y 5,0% de tierra de batán. El proceso de producción dura hasta ocho horas, ya que la velocidad de reacción es muy lenta. La materia prima inicial de clordano se prepara mediante condensación Diels-Alder de hexaclorociclopentadieno con ciclopentadieno. El heptacloro de calidad técnica tiene normalmente un 72% de heptacloro y 28% de impurezas, como trans-clordano, cis-clordano y nonacloro (De Bruin, 1979; ATSDR, 1993). En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D del capítulo IV, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización

24. El heptacloro es un insecticida cutáneo con cierta acción fumigante. No es fitotóxico en concentraciones insecticidas. El heptacloro se utilizó ampliamente desde 1953 hasta 1974 en el tratamiento de suelos y semillas para proteger el maíz, los cereales finos y el sorgo frente a las plagas. Se utilizó para combatir hormigas, la cuncunilla, larvas, termitas, trips, gorgojos y gusano de alambre en los suelos tanto cultivados como sin cultivar. El heptacloro se utilizó también durante esa época con fines no agrícolas, para combatir las termitas y los insectos domésticos (ATSDR, 1993; Fiedler et al., 2000).

6. Hexaclorobenzeno (HCB)

a) Descripción

25. El hexaclorobenzeno (HCB) (N° CAS: 118-74-1) es un compuesto aromático monocíclico clorado en que el anillo de benceno está totalmente sustituido por el cloro. El HCB es un sólido cristalino blanco (punto de fusión 231°C) que es casi insoluble en agua pero es soluble en éter, benceno y cloroformo (NTP, 1994). Tiene un elevado coeficiente de partición octanol-agua, baja presión al vapor, constante moderada de la Ley de Henry y baja inflamabilidad. El HCB se encuentra casi exclusivamente en fase de gas (como se desprende de su presión al vapor), con menos del 5% asociado con partículas en todas las estaciones con excepción del invierno, en que los niveles son todavía inferiores al 10% de unión a partículas (Cortes et al., 1998).

b) Producción

26. La producción industrial de HCB se realiza normalmente mediante la clonación directa de benceno a 150-200°C con un catalizador de cloruro férrico. Otros procedimientos que, al parecer, se han utilizado también en cierta medida son la cloración de isómeros de hexaclorociclohexano con cloruro de azufre o ácido clorosulfónico en presencia de cloruro férrico u otro catalizador y la destilación de residuos de fracción pesada resultantes de la producción de percloroetileno (Brooks, 1984). La mayor parte del HCB producido fue material de calidad técnica para su uso como plaguicida. Éste contenía aproximadamente el 98% de HCB. Entre las impurezas conocidas del HCB de calidad técnica se incluyen 1,2,4,5-tetraclorobenzeno, pentaclorobenzeno, decaclorobifenil y los congéneres más clorados (tetracloro- y superiores) de los PCDD y PCDF (IPCS, 1997). Se produjeron cantidades menores, en general de HCB más puro, para otros usos industriales y como intermedio químico para la producción de otros productos químicos. En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres

comerciales y sinónimos y en la sección D del capítulo IV, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

27. La producción industrial de HCB comenzó en 1945 en los Estados Unidos de América. Posteriormente la producción se extendió a Canadá, México, Europa (antigua Checoslovaquia, Alemania), India y la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, y quizá otros lugares. La producción mundial alcanzó un total de 1.000-2.000 Mg anuales a comienzos del decenio de 1970 y parece que llegó al máximo de 10.000 Mg anuales en los últimos años setenta y primeros ochenta (Barber et al., 2005; Rippen y Frank, 1986). Aproximadamente el 80% de la producción de HCB en 1978 tuvo lugar en Europa (Rippen y Frank, 1986). La producción de HCB ha disminuido como consecuencia de las restricciones de su utilización a partir del decenio de 1970. En los Estados Unidos, hacia el año 1960 se utilizaban aproximadamente 360 Mg al año y en 1973 tres fabricantes de los Estados Unidos habían producido 300 Mg (IARC, 1979). La producción de los Estados Unidos en 1997 fue de 454 Mg (SMOC Mexico, 1998). El HCB se produjo a un ritmo máximo de 3.500 Mg anuales en México en el decenio de 1970; un total de 39.000 Mg se produjeron entre 1970 y el final de la producción tuvo lugar en 1991 (SMOC Mexico, 1998). La mayor parte de ese HCB se utilizó dentro de México con fines agrícolas, y el uso continuó siendo significativo hasta el momento mismo de su prohibición en 1992 (SMOC Mexico, 1998). En Alemania se fabricaron aproximadamente 1.500 Mg de HCB anuales para la producción de pentaclorotiofenol auxiliar del caucho (IPCS, 1997), pero esta producción se interrumpió en 1993. En Alemania, el HCB se produjo a un ritmo de aproximadamente 4.000 Mg anuales en 1974 y de 2.600 Mg en 1976 (Rippen y Frank, 1986). En la antigua Checoslovaquia, en 1968 se puso fin a la producción de HCB en Spolana Neratovice (República Checa). No se han identificado otros centros de fabricación de HCB en Europa ni en América del Norte. La India produjo 42.612 Mg de HCB de calidad técnica durante 1995-1997 (Ministry of Chemicals and Fertilisers, 2000). Pakistán importó unos 15.390 Mg de HCB durante 1970-1992 y se utilizaron 12.162 Mg (1979-1988). Hay pruebas de que el HCB se produce todavía comercialmente en China. No hay información ninguna sobre la situación actual de la producción de HCB en los países de la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas. Aunque el HCB ha continuado ofreciéndose para la venta en la Federación de Rusia, no está claro si se trata de producción nacional o importada y reexportada.

28. El HCB se produce también como subproducto de la fabricación de percloroetileno (conocido también como tetracloroetileno, PER o PERC), tetracloruro de carbono y, en cierta medida, tricloroetileno (Government of Canada, 1993). En algunos casos, existe potencial de producción de cantidades significativas. Tradicionalmente, en los momentos y lugares en que el HCB tenía valor comercial, los subproductos se aislaban como fracción “pesada” de las operaciones de destilación y se purificaban para obtener HCB de calidad técnica producido intencionadamente para su venta como plaguicida. En consecuencia, es posible que haya cantidades significativas de HCB en los desechos generados en el pasado para la fabricación de dichos solventes clorados. En el decenio de 1980, la concentración de HCB en “productos pesados” de la destilación se estimaba entre el 5% y el 25% en peso (Jacoff, 1986). Hay al menos dos acumulaciones de más de 10.000 Mg desechos de HCB, una en Australia y otra en Ucrania. Es razonable suponer que haya otras acumulaciones menores en diferentes lugares, asociadas con operaciones anteriores de fabricación semejantes. No obstante, en la actualidad la fabricación de solventes clorados genera sólo cantidades mínimas de HCB.

c) Utilización

29. Tradicionalmente, el principal uso del HCB fue como fungicida. Desde comienzos del siglo XX se utilizó en todo el mundo como fungicida agrícola, sobre todo para el tratamiento de las semillas para prevenir enfermedades fungosas de los cereales y otros cultivos extensivos. Su utilización en la antigua Unión Soviética fue especialmente amplia y ha suscitado importantes preocupaciones ambientales en los países de esa región. La utilización del HCB como plaguicida se ha interrumpido eficazmente en la mayor parte de los países; las reducciones comenzaron en el decenio de 1970 y a principios del de 1990 la supresión era prácticamente total. No obstante, parece que continúan las emisiones de HCB plaguicida “antiguo” procedentes de los suelos, acumulaciones y desechos.

30. El HCB se utilizó ampliamente como fungicida para combatir el carbón del grano (*Tilletia caries*, *T. tritici* y *T. foetida*) del trigo, y representó un importante avance en la lucha contra esa enfermedad. El HCB se aplicaba en forma de polvo. No obstante, hay poca información disponible sobre las cantidades de HCB que se utilizaron con ese fin. El HCB se utilizó brevemente como fungicida en pequeñas cantidades en Australia y Nueva Zelanda en los decenios de 1960 y 1970. En Australia, en los años sesenta se trataron anualmente 12 millones de bushels (326,6 millones Mg) de semillas, para lo que se necesitaron 200 MG de HCB de calidad técnica (FAO-OMS, 1970).

Probablemente, se trató una proporción menor de la cosecha total en Canadá, los Estados Unidos, el Reino Unido y algunos otros países europeos, mientras que se utilizó ampliamente en Alemania, España, Francia, Italia, Países Bajos y Turquía, así como también en algunos países de Europa Oriental (FAO-OMS, 1970). En la antigua Unión Soviética se utilizaron aproximadamente 610 Mg hasta que el HCB con fines agrícolas se prohibió en 1986. En Canadá, el HCB se utilizó para el tratamiento de las semillas de varios cultivos desde 1948 hasta 1972.

31. Los usos industriales, en particular como intermedio químico, representan una proporción relativamente pequeña de la producción mundial acumulada. No obstante, estos usos no han disminuido tan rápidamente como en el caso de los plaguicidas, y la producción restante, relativamente pequeña, se destina sobre todo a usos distintos de los plaguicidas.

32. Tradicionalmente, el HCB tuvo varios usos finales distintos de los plaguicidas que podrían ser dispersivos. Se utilizó como conservante de la madera, para impregnar el papel y como medio de controlar la porosidad en la fabricación de electrodos de grafito para procesos electrolíticos, como fundente en la fabricación de aluminio y en la formulación de productos pirotécnicos militares y proyectiles trazadores. Estos usos se han suprimido casi completamente y la única referencia que se encuentra al uso como producto final desde el año 2000 es en los productos pirotécnicos y fumígenos en la Federación de Rusia (Shekhovtsov, 2002).

33. El HCB se ha utilizado también como producto intermedio químico en la fabricación de otras sustancias, por ejemplo, como peptizador en la producción de cauchos nitrosados y de estireno para su uso en los neumáticos de vehículos (Mumma y Lawless, 1975). Se han registrado otros usos como intermedio químico en la fabricación de determinados colorantes (ATSDR, 2002) y en la producción de pentaclorofenol y de fluorocarbonos aromáticos. Al parecer, esas aplicaciones intermedias químicas han desaparecido en la mayor parte de los países (Bailey, 2001), con excepción de China (Kunisue et al., 2004) y la Federación de Rusia.

7. Mírex

a) Descripción

34. El mírex (Nº CAS: 2385-85-5) es una sustancia cristalina blanca e inodora con un punto de fusión de 485°C y, por lo tanto, ignífuga. Es soluble en varios disolventes orgánicos, como tetrahidrofurano (30%), disulfuro de carbono (18%), cloroformo (17%) y benceno (12%), pero es casi insoluble en agua. El mírex se considera extremadamente estable. No reacciona con ácido sulfúrico, nítrico, hidroc্লórico ni otros ácidos comunes y no es reactivo con las bases, el cloro ni el ozono. En el medio ambiente se degrada en fotomírex cuando está expuesto a la luz solar (ATSDR, 1995; IPCS, 1997; EPA, 2000b).

b) Producción

35. Aunque se sintetizó inicialmente en 1946, el mírex no se introdujo comercialmente en los Estados Unidos de América hasta 1959, fecha en que se produjo con el nombre GC-1283 para su uso en fórmulas de plaguicidas y como ignífugo industrial con el nombre comercial Dechlorane®. El mírex se produjo mediante dimerización de hexaclorociclopentadieno en presencia de un catalizador de clorato de aluminio (ATSDR, 1995). Los preparados de mírex de calidad técnica contenían en torno al 95% de mírex, con aproximadamente 2,6 mg/kg de clorodecone como contaminante. En el pasado se prepararon varias formulaciones de mírex para distintos usos como plaguicida. Algunas de las formulaciones de mírex comúnmente utilizadas como cebo se realizaron a base de mazorcas de maíz molidas impregnadas de aceite vegetal y diversas concentraciones de mírex. Las formulaciones de cebo para insectos en aplicaciones aéreas o terrestres contenían 0,30–3,5% de mírex; en las formulaciones para la hormiga *Solenopsis invicta* el contenido de mírex era de 0,075–0,3 % (IARC, 1979). En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D del capítulo IV, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización

36. El mírex no es inflamable, por lo que se comercializó como aditivo ignífugo en los Estados Unidos de América desde 1959 hasta 1972 con el nombre comercial Dechlorane® para su uso en diversos revestimientos, plásticos, caucho, pintura, papel y artículos eléctricos.

37. El mírex se utilizó frecuentemente en el decenio de 1960 como insecticida para combatir la hormiga *Solenopsis invicta* en nueve estados del sur de los Estados Unidos. Se eligió para los programas de erradicación de esta hormiga debido a su eficacia y a su selectividad de las hormigas. Inicialmente se aplicó por vía aérea en concentraciones de 0,3–0,5%. Esa forma de aplicación se sustituyó por la aplicación localizada en los hormigueros, debido a la supuesta toxicidad para las especies de estuario. Asimismo, el objetivo del programa contra estas hormigas se modificó, pasando de la erradicación al control selectivo. El mírex se utilizó también provechosamente para combatir las poblaciones de hormigas desfoliadoras en América del sur, las termitas en Sudáfrica, las hormigas *Pogonomyrmex* en los Estados Unidos, la cochinilla harinosa en las plantas de piña de Hawai y la avispa común en los Estados Unidos. Todos los productos registrados que contienen mírex se suspendieron eficazmente en diciembre de 1977. No obstante, siguieron autorizadas aplicaciones terrestres seleccionadas hasta junio de 1978, fecha en que el producto quedó prohibido en los Estados Unidos, con excepción de su uso continuado para las piñas en Hawai, hasta que se agotaron las existencias disponibles.

38. China ha solicitado del Convenio de Estocolmo una exención para la producción y utilización de mírex como termiticida. Existe una producción limitada y cierto uso local con ese fin (ATSDR, 1995; PNUMA, 2002b).

8. Toxafeno

a) Descripción

39. El toxafeno (Nº CAS: 8001-35-2) es un insecticida que contiene más de 670 terpenos bicíclicos policlorados consistentes predominantemente en canfenos clorados. Entre las formulaciones de toxafeno se incluían los polvos humectables, concentraciones emulsionables, polvos, gránulos, cebos, aceites y emulsiones (IARC, 1979; ATSDR, 1996). En su forma original, es un sólido ceroso de color entre amarillo y ámbar que huele como la trementina (véase *infra*). Su intervalo de fusión es entre 65 y 90 °C. Su punto de ebullición en agua es por encima de 120°C, que es la temperatura en la que comienza a descomponerse. El toxafeno suele evaporarse cuando se encuentra en forma sólida o cuando se mezcla con líquidos y no se quema. El toxafeno es también conocido con los nombres de canfecloro, clorocanfeno, policlorocanfeno y canfeno clorado (ATSDR, 1996; Fiedler et al., 2000; IPCS INCHEM, sin fecha; EPA, 2000b).

b) Producción

40. El toxafeno de calidad técnica puede producirse comercialmente mediante la reacción de gas de cloro con canfeno de calidad técnica en presencia de radiación ultravioleta y catalizadores, lo que genera canfeno clorado que contiene el 67-69% de cloro, en peso. Se ha presentado en varias formas: un sólido que contiene el 100% de toxafeno técnico; una solución al 90% en xileno o aceite; un polvo humectable con el 40% de toxafeno; polvos que contienen entre el 5-20% y el 40% de toxafeno; gránulos con el 10 o el 20% de toxafeno; concentrados emulsionables en concentraciones del 4,6% y el 9% de toxafeno; cebos que contienen el 1% de toxafeno; una emulsión 2:1 toxafeno:DDT, y un polvo que contiene el 14% de toxafeno y el 7% de DDT. En 1982, la EPA suspendió los registros de toxafeno para la mayor parte de sus utilizaciones como plaguicida o ingrediente de plaguicidas, con excepción de algunos usos, en determinadas condiciones (ATSDR, 1996).

41. La definición de “toxafeno de calidad técnica”, sobre todo en los Estados Unidos de América, se adoptó a raíz de que el producto de Hercules Incorporated (número de código de Hercules 3956) se comercializara con el nombre comercial “Toxaphene”. En los últimos años, Hercules Incorporated ha dejado fundamentalmente que el nombre de toxafeno pasara a ser de dominio público, por lo que muchos productos con propiedades semejantes reciben ese nombre. Otras compañías utilizaron procedimientos de fabricación ligeramente diferentes, lo que dio lugar a mezclas de canfeno clorado con diversos grados de cloración total y distribuciones de congéneres específicos que no son los mismos que en el producto de Hercules Incorporated. Por ejemplo, un producto semejante al toxafeno comercializado normalmente con nombres como “Stroban(e)” tenía un grado ligeramente inferior de cloración y utilizaba diferentes materias básicas de pineno o canfeno. En 1996, se producían todavía agentes plaguicidas semejantes al toxafeno, que se utilizaban ampliamente en muchos países. Aunque es imposible cuantificar las cifras de producción o las tasas de utilización, la India y muchos países de América Latina, Europa oriental, la antigua Unión Soviética y África están utilizando todavía distintos productos de toxafeno como plaguicidas (ATSDR, 1996).

42. El toxafeno se introdujo en 1949 y se convirtió en el plaguicida organoclorado más utilizado en los Estados Unidos hasta su prohibición en 1982. Se registraron también altas tasas de producción en Brasil, la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y la antigua República Democrática Alemana, así como también en América Central (Voldner y Li, 1993). Aunque la atención se ha centrado fundamentalmente en la producción deliberada de canfenos policlorados (PCC) como agentes plaguicidas, hay cada vez más pruebas de que los congéneres de PCC pueden ser un subproducto no intencionado de los procesos de fabricación que utilizan la cloración, como los del papel y la pasta de papel. Estudios referentes a lugares tan dispares como Nueva Zelanda, Japón, la región de los Grandes Lagos en los Estados Unidos y Escandinavia revelan que los PCC pueden encontrarse en muchas partes del mundo donde no se han utilizado nunca mezclas de toxafeno como agentes plaguicidas (ATSDR, 1996). En el anexo I puede verse una lista más detallada de nombres comerciales y sinónimos y en la sección D del capítulo IV, infra, se exponen algunas consideraciones acerca de las precauciones que deben adoptarse para utilizar nombres comerciales en los inventarios.

c) Utilización

43. El toxafeno fue uno de los insecticidas más utilizados en los Estados Unidos hasta 1982, en que se eliminó para la mayor parte de sus usos; todos ellos se prohibieron en 1990. Voldner y Li (1993) estimaban una utilización mundial de 1,3 millones Mg desde 1950 hasta 1993.

44. El toxafeno se utilizó anteriormente como insecticida estomacal y por contacto no sistémico con cierta actividad acaricida. Por no ser fitotóxico (con excepción de las cucurbitáceas), se empleó para combatir muchos insectos asociados con el algodón, el maíz, la fruta, las hortalizas y los cereales finos y la plaga de la soja *Cussia obtusifolia*. Se utilizó también para combatir los ectoparásitos del ganado, como piojos, moscas, garrapatas, y ácaros asociados con la sarna y la roña. Su toxicidad relativamente baja a las abejas y su efecto insecticida de larga duración lo hicieron particularmente útil en el tratamiento de las plantas florales. El toxafeno no se utilizó para combatir las cucarachas porque su acción sobre ellas es más débil que la del clordano. El toxafeno se utilizó durante algún tiempo en los Estados Unidos para erradicar peces. El uso principal fue para combatir las plagas de los cultivos de algodón. En 1974, según las estimaciones, se utilizaron en los Estados Unidos 20.000 Mg, distribuidos de la siguiente manera: 85%, algodón; 7%, ganado y aves de corral; 5%, otros cultivos extensivos; 3%, soja; menos del 1%, sorgo. De acuerdo con las estimaciones de von Rumker et al. (1974) relativas a 1972, el 75% de la producción de toxafeno de ese año se destinó a usos agrícolas, el 24% se exportó y el 1% se utilizó para aplicaciones industriales y comerciales. Las soluciones de toxafeno se mezclaron con frecuencia con otros plaguicidas, en parte porque al parecer las soluciones de toxafeno ayudan a solubilizar otros insecticidas con baja solubilidad en el agua. El toxafeno se aplicó frecuentemente con metil o etil paration, DDT o lindano. Hasta comienzos del decenio de 1970, el toxafeno o las mezclas de toxafeno con rotenone fueron utilizados ampliamente en lagos y arroyos por organismos encargados de la pesca y la caza con el fin de eliminar comunidades biológicas que se consideraban nocivas para la pesca deportiva (ATSDR, 1996).

9. Desechos

45. Los desechos consistentes en COP, con excepción del HCB en cuanto producto químico industrial, que los contengan o estén contaminados con ellos se encuentran en algunas formas físicas, entre ellas las siguientes:

- a) Existencias caducadas de plaguicidas que son COP en envases originales que no son ya utilizables porque ha vencido su vida útil o porque el envase se ha deteriorado;
- b) Plaguicidas líquidos de calidad técnica que son COP diluidos con solventes, como el gasóleo;
- c) Plaguicidas sólidos de calidad técnica que son COP diluidos con materiales inertes;
- d) Desechos de demolición, como paredes y losas de almacenamiento, cimientos, vigas, etc.;
- e) Equipo, como estanterías, bombas de fumigación, mangueras, material protector personal, vehículos y tanques de almacenamiento;
- f) Materiales de envasado, como tambores, bolsas, botellas y bombonas de gas;
- g) Suelo, sedimento, fangos cloacales y agua;
- h) Medios de tratamiento agotados, como el carbono activado;

i) Alimentos y piensos.

46. Los desechos consistentes en COP, con excepción del HCB como producto químico industrial, que los contienen o están contaminados con ellos se encuentran en varias formas físicas, entre ellas las siguientes:

a) Sólidos, fangos, suspensiones y soluciones que contengan concentraciones significativas de HCB (normalmente > 1.000 mg/kg):

i) Material residual de operaciones por la que se produce y utiliza el HCB de forma intencional, en particular en el caso de operaciones suspendidas (véanse también las subsecciones I.B.6 (b) y (c));

ii) Material residual de operaciones suspendidas que produjeron HCB en cantidades significativas como subproducto de la fabricación de disolventes clorados y que pueden haber utilizado ese subproducto como fuente de HCB de calidad técnica;

b) Materiales contaminados de madera, papel y plástico en que se utilizó el HCB para la impregnación o como aditivo;

c) Antiguos electrodos de grafito remanentes de algunos procesos electrolíticos caducados;

d) Productos pirotécnicos y productos fumógenos y equipo de origen civil o militar;

e) Sólidos, fangos, suspensiones y soluciones que contengan bajas concentraciones o cantidades mínimas de HCB (normalmente < 50 mg/kg):

i) Desechos contaminados con PCDD o PCDF pueden estar también contaminados con HCB;

ii) Residuos de tratamiento de desechos de fracciones “pesadas” que se dan como subproductos en la fabricación de solventes clorados;

iii) Suelos contaminados como consecuencia de la proximidad de existencias de HCB o de procesos de producción intencional de HCB o en cantidades significativas como subproducto de forma no intencional;

iv) Suelo, agua subterránea y biota contaminados por su proximidad con vertederos utilizados para la eliminación de desechos que contengan altas concentraciones de HCB;

v) Contenedores contaminados debido al almacenamiento de desechos que consistan en HCB, o lo contengan o estén contaminados con él.

II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo

A. Convenio de Basilea

47. En el artículo 1 ("Alcance del Convenio") se reseñan los tipos de desechos sujetos al Convenio de Basilea. En el apartado a) del párrafo 1 de dicho artículo se explican las dos maneras de determinar si un “desecho” es “desecho peligroso” a los efectos del Convenio: en primer lugar, los desechos deben pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio (“Categorías de desechos que hay que controlar”) y, en segundo lugar, los desechos deben poseer al menos una de las características enumeradas en el anexo III del Convenio (“Lista de características peligrosas”)

48. En el anexo I se enumeran algunos de los desechos que pueden consistir en plaguicidas que son COP y HCB, en cuanto producto químico industrial, o contenerlos o estar contaminados con ellos:

a) En cuanto a los COP, las categorías de desechos son las siguientes:

Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos

Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos

Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera

- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y15 Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
- b) En lo que se refiere al HCB en cuanto producto químico industrial, los desechos incluyen:
- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y15 Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente
- Y41 Disolventes orgánicos halogenados
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas

49. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una de las características peligrosas descritas en el anexo III –por ejemplo H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)”; H12 “Ecotóxicas”; o H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos”– a menos que, mediante “pruebas nacionales”, se pueda demostrar que no presentan esas características. Las pruebas nacionales pueden ser útiles para una característica peligrosa específica descrita en el anexo III hasta que exista una definición completa de la característica peligrosa. Actualmente se están elaborando documentos de orientación para cada una de las características peligrosas descritas en el anexo III con arreglo a lo dispuesto en el Convenio de Basilea.

50. En la lista A del anexo VIII se describen los desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1” aunque la “inclusión de un desecho en el anexo VIII no obsta que se use el anexo III (características peligrosas) para demostrar que un desecho no es peligroso” (párrafo b) del anexo I). La Lista B del anexo IX incluye desechos “que no están sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III”. Las siguientes categorías de desechos del anexo VIII son aplicables a los plaguicidas que son COP y al HCB en cuanto producto químico industrial:

- a) En cuanto a los plaguicidas que son COP, las categorías de desechos son las siguientes:
- A4010 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B.
- A4030 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados⁴, o no aptos para el uso previsto originalmente.
- A4040 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera⁵.
- A4080 Desechos de carácter explosivo (pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B)
- b) En lo que se refiere al HCB en cuanto producto químico industrial, los desechos son los siguientes:

⁴ “Caducados” significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

⁵ Esta categoría no incluye la madera tratada con preservadores químicos.

A4070 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010)⁶.

A4080 Desechos de carácter explosivo (pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B)

51. En el anexo VIII se enumeran algunos desechos o categorías de desechos que podrían contener o estar contaminados con:

a) Plaguicidas que son COP resultantes de aplicaciones anteriores de dichas sustancias, como:

A4130 Envases y contenedores de desechos que contengan sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III

A4140 Desechos consistentes o que contengan productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados⁷ correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III

b) HCB en cuanto producto químico industrial resultante de anteriores aplicaciones de dicha sustancia, como:

A4110 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzodioxinas policloradas

A4130 Envases y contenedores de desechos que contengan sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III

52. Para más información, véase la sección II.A de las directrices técnicas generales.

B. Convenio de Estocolmo

53. El Convenio de Estocolmo se propone eliminar todos los plaguicidas que son COP incluidos en su anexo A. No obstante, en virtud de lo dispuesto en el artículo 4 del Convenio, al pasar a ser Parte, cualquier Estado podrá, mediante notificación escrita dirigida a la secretaria, inscribirse en el Registro para uno o más tipos de exenciones específicas incluidas en el anexo A. En el artículo 4 se establece también un Registro para individualizar a las Partes que gozan de exenciones específicas incluidas en el anexo A. La secretaria se encarga de mantener ese Registro y ponerlo a disposición del público en www.pops.int. Todas las inscripciones de exenciones específicas expirarán cinco años después de la fecha de entrada en vigor del Convenio de Estocolmo por lo que se refiere a esa Parte. La Conferencia de las Partes podrá, a solicitud de la Parte interesada, decidir prorrogar la fecha de expiración de una exención específica por un período de hasta cinco años.

54. En lo que respecta al HCB, en la nota iii) del anexo A se establece un nuevo procedimiento en virtud del cual una Parte en el Convenio de Estocolmo podrá notificar su producción y uso como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento. Dicha producción o uso no se considerará como una exención específica para la producción o utilización. Dicha producción o uso deberán cesar al cabo de un período de 10 años, a menos que la Parte interesada presente una nueva notificación, en cuyo caso el período se prorrogará por otros 10 años, a menos que la Conferencia de las Partes, después de estudiar la producción y el uso decida otra cosa. El proceso de notificación puede repetirse.

55. Para más información, véase la subsección II.B.2 de las directrices técnicas generales.

⁶ B4010: Desechos integrados principalmente por pintura de látex/o con base de agua, tintas y barnices endurecidos que no contengan disolventes orgánicos, metales pesados ni biocidas en tal grado que los conviertan en peligrosos.

⁷ “Caducados” significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

III. Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que se deben abordar en cooperación con el Convenio de Basilea

A. Bajo contenido de COP

56. Se debería aplicar la siguiente definición provisional respecto del bajo contenido de COP a la aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, HCB, mírex y toxafeno: 50 mg/kg cada uno/individualmente⁸. Para más información, véase la sección III.A de las directrices técnicas.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

57. La definición provisional de los niveles de destrucción y transformación irreversible puede verse en la sección III.B de las directrices técnicas generales.

C. Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional

58. Véase la sección G del capítulo IV infra, y la sección IV.G de las directrices técnicas generales.

IV. Orientación sobre manejo ambientalmente racional

A. Consideraciones generales: convenios de Basilea y Estocolmo y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

1. Convenio de Basilea

59. Uno de los principales vehículos para la promoción del manejo ambientalmente racional es la preparación y difusión de directrices técnicas, como el presente documento y las directrices técnicas generales. Para más información, véase la subsección IV.A.1 de las directrices técnicas generales.

60. Las Partes que tienen previsto revisar o están revisando un programa nacional de manejo ambientalmente racional deberán consultar, entre otros, el documento *Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and Other POPs Wastes under the Basel Convention*, vols. A, B y C (PNUMA, 2001).

2. Convenio de Estocolmo

61. En el Convenio de Estocolmo no figura una definición del término “gestión ambientalmente racional”. No obstante, la Conferencia de las Partes deberá determinar, en cooperación con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea, métodos ambientalmente racionales para la eliminación de desechos consistentes en plaguicidas que sean COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

62. Las Partes deberán consultar el documento *Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo* (PNUMA 2004c).

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

63. Para más información sobre la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y el manejo ambientalmente racional véase la subsección IV.A.3 de las directrices técnicas generales.

B. Marco legislativo y reglamentario

64. Las Partes en el Convenio de Basilea y las Partes en el Convenio de Estocolmo deberían examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales para cerciorarse de que se ajusten a los convenios respectivos y a las obligaciones contraídas en virtud de ellos, en especial las relativas al manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

⁸ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

65. Un marco reglamentario aplicable a los plaguicidas que son COP podría contener los elementos siguientes:

- a) Legislación favorable a la protección del medio ambiente en que se establezcan límites de liberaciones y criterios de calidad en relación con el medio ambiente;
- b) Prohibición de fabricar, vender, importar y exportar (para su utilización) los PCB, PCT y PBB;
- c) Fechas para eliminar definitivamente los plaguicidas que son COP que estén todavía en uso o en almacén;
- d) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;
- e) Especificaciones para los contenedores, los equipos, los contenedores a granel y los locales de almacenamiento;
- f) Especificación de métodos analíticos y de muestreo aceptables para los plaguicidas que son COP;
- g) Requisitos para las instalaciones de manejo y eliminación de desechos;
- h) Requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, las políticas, los certificados de aprobación, las licencias, la información sobre el inventario y los datos sobre emisiones nacionales;
- i) Requisitos para la determinación y rehabilitación de los lugares contaminados;
- j) Requisitos relativos a la salud y protección de los trabajadores;
- k) Otros posibles controles legislativos, por ejemplo para la prevención y minimización de los desechos, establecimiento de inventarios y medidas en situaciones de emergencia.

66. Los textos legislativos deberán establecer un vínculo entre las fechas para la eliminación de la producción y el uso de un plaguicida que sea COP (en especial en productos y artículos) y la eliminación de los COP una vez que se conviertan en desechos. Se debe incluir un plazo límite para la eliminación de los desechos consistentes en plaguicidas que son COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, a fin de impedir la creación de reservas masivas sin una fecha clara para su eliminación.

67. Para más información, véase la sección IV.B de las directrices técnicas generales.

C. Prevención y minimización de los desechos

68. En ambos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, se promueve la prevención y minimización de los desechos, aunque en el Convenio de Estocolmo se propone la eliminación completa de los plaguicidas que son COP. Éstos deberán sacarse de servicio y eliminarse de manera ambientalmente racional. Podría requerirse de los productores de plaguicidas, formuladores y usuarios de productos y artículos que contengan plaguicidas que sean COP que establezcan planes de manejo de los desechos en que se incluyan todos los desechos peligrosos, en particular los desechos que consistan en plaguicidas que sean COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. La cuestión de la prevención y minimización de los desechos está siendo examinada por el Grupo de Expertos del Convenio de Estocolmo sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales; a ese respecto, véase también el *Proyecto de directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación profesional sobre mejores prácticas ambientales de conformidad con el artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes* (PNUMA, 2006). Se prevé que el texto final de las directrices será aprobado por la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo a mediados de 2007.

69. Se deberán reducir al mínimo las cantidades de desechos que contengan plaguicidas que son COP mediante el aislamiento y separación de las fuentes a fin de prevenir que se mezclen con las demás corrientes de desechos o recursos ambientales (aire, agua, y suelo) y los contaminen. Por ejemplo, en los lugares donde los plaguicidas que son COP se filtran directamente de contenedores inestables que han sufrido deterioro, el riesgo de nuevos daños para el medio ambiente y la población deberá reducirse lo antes posible y deberán considerarse las siguientes opciones:

- a) Estabilización del lugar: deberán separarse y reembalarse los plaguicidas vertidos;

- b) Reducción del número de lugares de almacenamiento, reembalaje de los plaguicidas que sean COP y almacenamiento en condiciones de seguridad en un número limitado de lugares de almacenamiento centralizados.

70. La mezcla de desechos cuyo contenido de plaguicidas que son COP sea superior a un bajo contenido de COP definido con otro material exclusivamente a los efectos de generar una mezcla con contenido de COP inferior al bajo contenido de COP definido no es ambientalmente racional. Sin embargo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes del tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficacia del mismo.

71. Para más información, véanse el párrafo 6 y la sección IV.C de las directrices técnicas generales.

72. La FAO ha elaborado directrices para el manejo de pequeñas cantidades de plaguicidas no deseados y caducados (FAO,1999) a fin de proteger a los agricultores y a la población urbana, que utilizan con frecuencia plaguicidas en pequeñas cantidades (no a granel) y no tienen conciencia de sus peligros.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

73. La determinación de los plaguicidas que son COP no puede considerarse una actividad aislada, aun cuando los plaguicidas que son COP se incluyen dentro de las obligaciones del Convenio de Estocolmo. Al determinar los plaguicidas que son COP, es muy recomendable incluir otros plaguicidas, en particular el DDT, ya que de esa manera se comprobaría que se tiene en cuenta el conjunto del problema. Las experiencias actuales de África revelan que entre el 15 y el 30% de los plaguicidas caducados pueden ser COP (ASP, 2004).

74. Los plaguicidas que son COP, con excepción del HCB en cuanto producto químico industrial, se encuentran normalmente:

- a) En residuos de la producción de plaguicidas que son COP y en lugares donde se produjeron y formularon;
- b) En lugares de almacenamiento pertenecientes a los ministerios de salud y agricultura;
- c) En lugares de almacenamiento de explotaciones agrícolas, establos y otras instalaciones para el ganado;
- d) En las casas (almacenamiento doméstico), puntos de venta de medicamentos y plaguicidas, centros comerciales, escuelas, hospitales, instalaciones industriales, edificios de oficinas y apartamentos, etc.;
- e) En materiales contaminados, incluidas las ropas de protección, el equipo y accesorios de aplicación, los materiales de envasado vacíos, contenedores, suelos, paredes, ventanas y mosquiteros;
- f) En vertederos;
- g) En suelos, sedimento y fangos cloacales y en el agua que han sido contaminados con vertidos;
- h) En productos comerciales que contengan plaguicidas que sean COP, como pinturas, pulverizadores para insectos en el hogar y espirales insectífugas.

75. El HCB en cuanto producto químico industrial se encuentra normalmente:

- a) En las plantas de fabricación que producen HCB;
- b) En desechos que se encuentran en plantas de fabricación que produjeron anteriormente HCB o generados por ellas, como se describe en la subsección I.B.6, *supra*;
- c) En desechos que se encuentran en plantas de fabricación que utilizan o utilizaron anteriormente HCB para los usos mencionados en el párrafo 31, *supra*;
- d) En desechos que se encuentran en plantas de fabricación que utilizan o utilizaron anteriormente HCB como intermedio químico en la fabricación de los productos químicos examinados en el párrafo 32, *supra*.

76. Es importante destacar que técnicos experimentados y debidamente capacitados podrían determinar normalmente la naturaleza de un efluente, una sustancia, un contenedor o la pieza de un equipo por su apariencia o sus marcas. No obstante, en muchos países existen grandes existencias de productos químicos agrícolas no identificados. Inspectores experimentados podrían determinar el contenido original a partir de la información de las etiquetas del contenedor, el tipo y color de los contenedores originales o el olor o apariencia de la sustancia química (color, características químicas). La identificación y determinación precisa del nivel de contaminación de una muestra mediante el análisis químico resulta especialmente necesaria para una gestión ambientalmente racional. Algunas tecnologías de tratamiento son sumamente sensibles a la presencia de otras sustancias, como los metales.

77. Para determinar los plaguicidas que son COP, pueden resultar útiles los nombres comerciales habituales que se recogen en el Anexo I.

78. Para más información, véase la subsección IV.D.1 de las directrices técnicas generales.

2. Inventarios

79. Para más información, véase la subsección IV.D.2 de las directrices técnicas generales. Convendría también consultar el manual de la FAO *Pesticide storage and stock control manual* (FAO, 1996), las directrices provisionales de la FAO *Prevention of accumulation of obsolete pesticide stocks* (FAO, 1995) y el proyecto de documento de orientación titulado *The preparation of inventories of pesticides and contaminated materials* (FAO, 2005).

80. Puede ser difícil compilar un inventario completo de plaguicidas que son COP, principalmente por el carácter disperso de los usos y almacenamiento de estos productos químicos en amplias zonas rurales y urbanas. A ese respecto, los gobiernos nacionales y locales responsables de los plaguicidas y los desechos de plaguicidas quizá puedan ofrecer valiosa asistencia. Al preparar un inventario completo, debe tenerse en cuenta que la seguridad del lugar que es objeto de inventario debe recibir tanta importancia como la realización misma del inventario. Si éste es detallado, las existencias incluidas deberán protegerse para que sólo se produzcan adiciones o retiradas conocidas de las existencias y para prevenir que los materiales se contaminen o se mezclen con otros. En consecuencia, un inventario deberá presentar también un resumen de las categorías de posibles destinos de los plaguicidas que son COP (véase, por ejemplo PNUMA, 2001).

81. La elaboración de un inventario nacional requiere también un sólido proceso administrativo para la recopilación de información de forma constante, en conformidad con las directrices de la FAO y los métodos estandarizados.

E. Muestreo, análisis y observación

82. Para información general, véase la sección IV.E de las directrices técnicas generales

1. Muestreo

83. Para información general, véase la subsección IV.E.1 de las directrices técnicas generales

2. Análisis

84. Para más información, véase la subsección IV.E.2 de las directrices técnicas generales.

3. Vigilancia

85. Deberán aplicarse programas de vigilancia de las instalaciones que manejan desechos consistentes en plaguicidas que son COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. Para más información, véase la subsección IV.E.3 de las directrices técnicas generales.

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

86. Para información general sobre la manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento, véanse los dos primeros párrafos de la sección IV.F de las directrices técnicas generales.

1. Manipulación

87. Las principales preocupaciones relativas a la manipulación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos son la exposición humana, la liberación accidental al medio ambiente y la contaminación de otras corrientes de desechos con COP. Esos desechos también deberán manipularse separadamente de otros tipos de desechos a fin de evitar la contaminación de esas otras corrientes de desechos. Entre las prácticas recomendadas con ese fin y que, por lo mismo deberán ser verificadas, supervisadas y comprobadas, se incluyen las siguientes:

- a) Inspección de los contenedores para detectar fugas, perforaciones, oxidación, alta temperatura (como resultado de reacciones químicas) y el reembalaje adecuado, en caso necesario;
- b) Manipulación de los desechos a temperaturas inferiores a 25°C, de ser posible, debido al aumento de la volatilidad a temperaturas más altas;
- c) Comprobación de que las medidas de contención de los derrames sean las apropiadas y permitan contener los desechos líquidos en caso de derrame, es decir, el volumen total más el 10%;
- d) Colocación de revestimientos plásticos o de alfombrillas absorbentes debajo de los contenedores antes de abrirlos si la superficie de la zona de contención no está recubierta parejamente con algún material de protección (pintura, polímeros o resina polimérica);
- e) Drenaje de los desechos líquidos quitando el tapón de vaciado o bombeándolos con una bomba peristáltica (evitando los riesgos de encendido e incendio) y un sistema de tuberías de teflón o silicona;
- f) Utilización de bombas, sistemas de tuberías y bidones especiales que no se utilicen con otros fines para trasvasar los desechos líquidos;
- g) Limpieza de todo líquido derramado con paños, papel absorbente u otro material absorbente específico;
- h) Triple enjuague de las superficies contaminadas (como los bidones de metal) con un disolvente como keroseno para eliminar todo plaguicida residual que sea COP para que los contenedores enjuagados puedan destinarse al reciclado;
- i) Tratamiento de los disolventes y materiales absorbentes contaminados como consecuencia del triple enjuague y el equipo de protección desechable contaminado y los revestimientos plásticos como desechos de plaguicidas.

88. El personal deberá recibir capacitación sobre los métodos correctos para manipular desechos peligrosos utilizando los métodos nacionales o internacionales homologados y siguiendo las directrices de la FAO (FAO, 2004).

89. Para más información, véase la subsección IV.F.2 de las directrices técnicas generales.

2. Recolección

90. Es posible que una parte importante del volumen total nacional de plaguicidas que son COP se encuentre en pequeñas cantidades en pequeños lugares de almacenamiento pertenecientes a cooperativas de agricultores, distribuidores, empresarios y propietarios de viviendas. Los poseedores de pequeñas cantidades tienen dificultades para eliminar estos materiales. Por ejemplo, es posible que consideraciones logísticas impidan o desalienten la recolección (p.ej. no se permite o no se dispone de sistema de recolección o de eliminación de desechos en ese país) y los costos podrían ser prohibitivos. En algunos países los gobiernos nacionales, regionales o municipales deberán considerar la posibilidad de establecer centros de recolección para estas pequeñas cantidades, de manera que los poseedores de pequeñas cantidades no tengan que ocuparse por su cuenta del transporte y la eliminación.

91. Los depósitos y las actividades de recolección de plaguicidas que son COP deberán gestionarse de acuerdo con directrices adecuadas y con independencia de los referentes a todos los demás desechos, en caso necesario.

92. Existe la necesidad imperiosa de que los depósitos de recolección no se conviertan en instalaciones permanentes de almacenamiento de desechos consistentes en plaguicidas que son COP.

93. Para más información, véase la subsección IV.F.2 de las directrices técnicas generales.

3. Embalaje

94. Desechos consistentes en plaguicidas que son COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se deberán embalar de manera adecuada antes de su almacenamiento o transporte:

- a) Los desechos líquidos se colocarán en bidones de acero de doble tapón u otros contenedores aprobados;
- b) En los reglamentos que rigen el transporte se suelen especificar contenedores de cierta calidad (p.ej., de acero calibre 16 con revestimiento interior de resinas epóxicas); así pues, los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir los requisitos de transporte previendo la posibilidad de que sean transportados en el futuro,
- c) Las grandes acumulaciones de desechos o de equipo consistentes en plaguicidas que son COP, que los contengan o estén contaminados con ellos podrán colocarse dentro de grandes contenedores (contenedor de contenedores) o envolverse en un plástico reforzado, si existiera la posibilidad de fugas,
- d) Los equipos pequeños, estén libres de líquido o no, deberán colocarse en tambor con un material absorbente. En un mismo tambor se pueden colocar muchas unidades de equipo pequeño, siempre y cuando esos tambores contengan una cantidad suficiente de material absorbente. Los absorbentes se pueden comprar al por menor a los proveedores de dispositivos de seguridad. También se puede utilizar aserrín, vermiculita o turba,
- e) Para su traslado y almacenamiento, los tambores y el equipo se pueden colocar en paletas para elevadoras de horquilla. Los tambores y el equipo deberán asegurarse a las paletas antes del traslado.

95. Los envases y envíos de desechos deben manipularse de tal manera que se prevengan daños durante la elaboración, carga y transporte y deberán atenerse a los requisitos nacionales e internacionales de la legislación pertinente.

96. Los desechos de plaguicidas que son COP reembalados deberán sujetarse con estructuras de madera o correas en los contenedores marítimos antes de su envío. El reembalaje deberá realizarse de tal manera que no se combinen los diferentes tipos de peligro de cada sustancia química. Los materiales de embalaje que se vayan a utilizar en la Unión Europea deberán cumplir las disposiciones del último Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR 2005). Deben comprobarse siempre los certificados del material de embalaje.

97. Deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar que los contenedores de plaguicidas puedan utilizarse con otros fines, en particular el almacenamiento de alimentos o de agua para consumo humano o animal.

98. Los códigos de las Naciones Unidas⁹ utilizados normalmente en los materiales de embalaje para plaguicidas que son COP (que deberán estamparse en los barriles de acero, imprimirse en las bolsas de plástico, etc.) son los siguientes:

UN1H1/..... barriles de polietileno para desechos líquidos (tapa cerrada)

UN1H2/..... barriles de polietileno para desechos sólidos (tapa abierta)

UN1A1/..... barriles de acero para desechos líquidos (tapa cerrada)

UN1A2/..... barriles de polietileno para desechos sólidos (tapa abierta)

99. Deberán solicitarse a los contratistas certificados correspondientes al código de las Naciones Unidas. En el caso de que en los materiales de embalaje nuevos no haya ningún código visible de las Naciones Unidas, deberá considerarse que el material no ha recibido su aprobación.

100. En el embalaje para el transporte aéreo deberán aplicarse las instrucciones técnicas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), y en el transporte por ferrocarril el Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID).

101. Para más información, véase la subsección IV.F.3 de las directrices técnicas generales.

⁹ Pueden verse informaciones más detalladas y otros códigos en el Código Internacional Marítimo de Mercancías.

4. Etiquetado

102. Todos los contenedores que contengan plaguicidas que son COP deberán llevar en un lugar visible una etiqueta que contenga tanto el rótulo de aviso de peligro como la indicación de los datos específicos del contenedor y un número de serie. Estos datos indicarán el contenido del contenedor (cantidades exactas de volumen y peso), el tipo de desecho, el nombre comercial, el nombre del ingrediente activo (con inclusión del porcentaje), el nombre del fabricante original, el nombre de procedencia con el fin de facilitar su rastreabilidad, la fecha de reembalaje y el nombre y número de teléfono de la persona responsable durante la operación de reembalaje. Cada nuevo embalaje deberá llevar etiquetas de identificación según se menciona en el manual de capacitación de la FAO para la realización de inventarios de plaguicidas obsoletos (FAO, 2001). Los materiales clasificados como contaminantes marinos deberán llevar etiquetas adicionales e independientes.

103. Para más información, véase la subsección IV.F.4 de las directrices técnicas generales.

5. Transporte

104. Para más información, véase la subsección IV.F.5 de las directrices técnicas generales.

6. Almacenamiento

105. Aunque, en general, hay pocos reglamentos o directrices específicos para el almacenamiento de plaguicidas que son COP, los reglamentos y directrices existentes para los productos plaguicidas deberían ofrecer un nivel mínimo de protección. En ese sentido, deberán seguirse, como mínimo, las directrices de la FAO para el almacenamiento de plaguicidas y control de existencias (FAO, 1996) y para el diseño y estructura de los depósitos de plaguicidas (ibíd.). Además, los plaguicidas que son COP deberán almacenarse como desechos peligrosos. Se necesitará autorización de los organismos locales competentes.

106. Es importante verificar los documentos de autorización (por ejemplo, cantidades máximas, permiso, si el reembalaje se ha autorizado en un lugar de almacenamiento temporal, período máximo de almacenamiento temporal, permiso en caso de que se autoricen condiciones de almacenamiento temporal no idóneas, etc.).

107. Para más información, véase la subsección IV.F.6 de las directrices técnicas generales.

G. Eliminación ambientalmente racional**1. Tratamiento previo**

108. Para más información, véase la subsección IV.G.1 de las directrices técnicas generales.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

109. Para más información, véase la subsección IV.G.2 de las directrices técnicas generales.

3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representa la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente

110. Para más información, véase la subsección IV.G.3 de las directrices técnicas generales.

4. Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP

111. Para más información, véase la subsección IV.G.4 de las directrices técnicas generales.

H. Rehabilitación de los lugares contaminados

112. Para más información, véase la subsección IV.H de las directrices técnicas generales.

I. Salud y seguridad

113. Para más información, véase la sección IV.I de las directrices técnicas generales.

1. Situaciones de alto riesgo

114. Para más información, véase la subsección IV.I.1 de las directrices técnicas generales.

2. Situaciones de bajo riesgo

115. Para más información, véase la subsección IV.I.2 de las directrices técnicas generales.

J. Medidas en situaciones de emergencia

116. Se deberían establecer planes de medidas para situaciones de emergencia para todas las posibles actividades relativas al almacenamiento y transporte de plaguicidas que son COP y en el sitio de eliminación. Se deberían establecer planes de medidas para situaciones de emergencia para todas las actividades relativas al servicio, almacenamiento y transporte de plaguicidas que son COP, así como en el sitio de eliminación. En la sección IV.J de las directrices técnicas generales figura información adicional sobre planes de medidas para situaciones de emergencia.

K. Participación de la población

117. Las Partes en el Convenio de Basilea o las Partes en el Convenio de Estocolmo deberían instituir un proceso de participación irrestricta de la población. Para más información, véase la sección IV.K de las directrices técnicas generales. Véase también el proyecto de documento de orientación de la FAO *The selection of waste management options for the disposal of obsolete pesticides and contaminated materials* (proyecto en preparación) (FAO, 2004).

Anexo I

Sinónimos y nombres comerciales de los plaguicidas que son COP

(Véanse también Comisión de Helsinki, 2001; “The National Implementation Plan for Implementation of the Stockholm Convention in the Czech Republic”, Ministry of the Environment of the Czech Republic; PAN Pesticides Database – Chemicals; Ritter, EPA, Substance Registry System, STARS.)

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales
<p>Aldrina (N° CAS: 309-00-2)</p>	<p>1,4:5,8-dimethano-naphtalin; GGDN*; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-endo-1,4-exo-5,8-dimethanonaphthalene; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4-endo-5,8-exo-dimethanonaphthalene; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a hexahydro (1.alpha.,4.alpha.,4a.beta.,5.alpha.,8.alpha.,8beta); 1,2,3,4,10,10-hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4,5,8- dimethanonaphthalin 1R,4S,4aS,5S,8R,8aR-; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4,5,8-dimethanonaphthalene; 1.2.3.4.10.10-hexachlor-(4arh.8ach)-1.4.4a.5.8.8a-hexahydro-1c.4c:5t.8t-dimethanonaphth; 1.2.3.4.10.10-hexachloro-(4arh.8ach)-1.4.4a.5.8.8a-hexahydro-1c.4c:5t.8t-dimethano-napht; 1,4:5,8-dimethanonaphthalene, 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4 a,5,8,8a-hexahydro-, (1alpha,4alpha,4abe 1,4:5,8-dimethanonaphthalene, 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-, endo,exo-; 1,4:5,8-dimethanonaphthalene, 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-, (1alpha,4alpha,4abet (1R,4S,4aS,5S,8R,8aR)-1,2,3,4,10,10-hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1, 4:5,8-dimethanonaphthalin; Aglyucon*, Agronex TA; Aldocit; Aldrec; Aldrex; Aldrex 30; Aldrex 30 E.C.; Aldrex 40; Aldrin cast solid; Aldrin mixture, dry (with 65 % or less aldrin); Aldrin mixture, dry (with more then 65 % aldrin); Aldrin mixture, liquid (with 65 % or less aldrin); Aldrin mixture, liquid (with 65 % or less aldrin); Aldrin 2.5; Aldrin 5; Aldrin [1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-(1.alpha.,4.alpha.,4a.beta.,5.alpha.,8.al)]; Aldrite; Aldrosol; Altox; Alvit 55; Compound 118; 4:5,8-Dimethanonaphthalene; 22DN*; Drinox; Eldrin; ENT-15949; Eruzin*; exo-Hexachlorodimethanonaphthalene; Hexachlorhexahydro-dimethanonaphthaline; Hexachlorohexahydro-endo, exo-dimethanonaphthalene; Hexachloro-1,2,3,4,10,10 hexahydro-1,4,4a,5,8,8a exodimethano-1,4,5,8 naphtalene; Hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4,5,8-dimethanonaphthalin; Hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4,5,8-dimethano-naphtalin, (1R,4S,4aS,5S,8R,8aR)-1,2,3,4,10,10-; Hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4-endo-5,8-exodimethanonaphtalin, 1,2,3,4,10,10-; HHDM; HHDN; HHPN; Kartofin*; Kortofin; Latka 118; NA 2761; NA 2762; NCI-C00044; OMS-194; Octalene; Octalin*; Seedrin; SD 2794; Sojedinenie (= compound) 118*; Tatzuzinho; Tipula; Veratox*</p>
<p>Clordano (N° CAS: 57-74-9)</p>	<p>1-exo,2-endo,4,5,6,7,8,8-Octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7methanoindene; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-3a,4,7,7a-tetra-hydro-4,7-methan-; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-4,7-methano-3a,4,7,7a-tetrahydroindane oindane; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-endo-methano-indene; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methano-1H-indene;</p>

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales
	<p>1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-methanoindene 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-1H-4,7-methano-indene; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-4-7-methano-3.alpha.,4,7,7.alpha.-tetrahydroindane; 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro- 1-exo,2-endo,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-methanoindene); AG Chlordane; Aspon; Aspon-Chlordane; Belt; CD 68; chloordaan, zuiver; chlordan, kemisk rent; Chlordan, rein; Chlordane; Chlordane (gamma); chlordane, pur; Chlordane technical; Chlordane [4,7-methanoindan, 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-]; Chlordin; Chlorindan; Chlorkil; Chlorodane; gamma.-Chlordan; Clordan; Clordano, puro; Corodan(e); Chlordane HCS 3260; Chlordasol; Cortilan-Neu; Dichlorochlordene: Dowchlor; Dow-Klor; Ent 9932; Ent 25552-X; HCS 3260; Kilex lindane; Kypchlor; M140; M 410; Latka 1068; 4,7-methanoindan; 4,7-methano-1H-indene; NCI-C00099; 4,7-methanoindan, 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-; 4,7-methano-1H-indene, 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-; Niran; Octachlor; Octachloro-4,7-methanotetrahydroindane; Octachlorodihydrocyclopentadiene; Octachlorohexahydromethanoindene; Octachlor-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-methano-(1H)-inden, 1,2,4,5,6,7,8,8-; Octachlor-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-endomethanoindan, 1,2,4,5,6,7,8,8-; Octa-Klor; Oktaterr; Ortho-Klor; SD 5532; Shell SD-5532; Starchlor; Synklor; Tat chlor 4; t-chlordan; Topichlor; Topichlor 20; Toxichlor; Unexan-koeder; Veliscol-1068</p>
<p>Dieldrina (N° CAS: 60-57-1)</p>	<p>(1alpha,2beta,2alpha,3beta,6beta,6alpha,7beta,7alpha- 2,7:3,6-Dimethano-3,4,5,6,9,9-hexachlor-1a,2,2,2; (1R,4S,4aS,5R,6R,7S,8S,8aR)-1,2,3,4,10,10-Hexachlor-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-di; (1R,4S,4aS,5R,6R,7S,8S,8aR)-1,2,3,4,10,10-Hexachlor-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-di; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro,endo,exo-1,4:5,8-dimethanonaphthalene 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-5,8-exo-dimethano-naphthalene 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-exo-1,4-endo-5,8-dimethanonaphthalene 1,4:5,8-dimethanonaphthalene, 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-, endo,; 2,7:3,6-dimethanonaphth(2,3-b)oxirene, 3,4,5,6,9,9-hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-(1aalph; 2,7:3,6-dimethanonaphth(2,3-b)oxirene, 3,4,5,6,9,9-hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-; 3,4,5,6,9,9-hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-2,7:3,6-dimethanonaphth[2,3-b]oxirene; 5,6,7,8,9,9-hexachlor-2t,3t-epoxy-(4ar,8ac)-1,2,3,4,4a,5,8,8a-octahydro-1t,4t;5c8c-d; Aldrin epoxide; Alvit; Alvit 55; Compound 497; D-31; Diel'drin*; Dieldrin; Dieldrin, dry weight; Dieldrin (hexachloroepoxyoctahydro-endo,exo-dimethanonaphthalene 85 % and related compounds 15 %); Dil'drin*; Dieldrina; Dieldrine; Dieldrite; Dieldrex; Diel'drix; Dieldrex B, Diel'moth; D-31; DD;dimethanonaphth[2,3-b]-oxirene; DLD; Dorytox; ENT-16225; ENT 16,225; exo-Dieldrin; GEOD*; HEOD; Hexachloroepoxyoctahydro-endo,exo-dimethanonaphthalene; Hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-2,7:3,6-dimethanonaphth(2,3-b)oxirene, 3,4,5,6,9,9-; Hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-dimethano-naphthalene, (1R,4S,4aS,5R,6R,7S,8S); Hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalene, 1,2,3,4,10,10-; Hexachloro-epoxyoctahydro-dimethanonaphthalene;</p>

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales
	HOED; Illoxol; Insektalox*; Insecticide No. 497; Insectlack; Kombi-Albertan; Lakta 497; Moth Snub D; NCI C00124; Octalox; OMS18; Oxralox; Panoram D-31; Quintox; Red Shield; SD 3417; Sojedinenie (=compound) 497*; Termitox
Endrina (N° CAS: 72-20-8)	1a.alpha.,2.beta.,3.alpha.,6.alpha.; (1aalpha,2beta,2abeta,3alpha,6alpha,6abeta,7beta,7aalpha)-2,7,3,6-dimethano-3,4,5,6,9,9-hexachlor-1a; (1Aalpha,2beta,2abeta,3alpha,6alpha,6abeta,7beta,7Aalpha)3,4,5,6,9,9-hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-; (1R,4S,4aS,5S,7R,8R,8aR)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-dime; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-endo,endo-; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a- octahydro-1,4-endo-,8-endo-dimethano-naphthalen; 3,4,5,6,9,9-hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-2,7:3,6-dimethanonaphth[2,3-b]oxirene; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo, endo-5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-5,8-endodimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-endo-1,4-endo-5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-exo-5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-§octahydro-1,4-endo, endo-5,8-dimethanonaphthali; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-oxido-1,4-endo-5,8-endo-dimethano-1,4,4a,5,6,7,8-octahydronaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1r,4s,4as,5s,6,7r,8r,8ar-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-dimethanonaphthalene; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4,5,8-endo-endo-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo,endo-5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalene; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-endo,endo-1,4:5,8-dimethanonaphthalen; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-exo-1,4-exo-1,4-exo-5,8-dimethanonaph; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-exo-1,4-exo-5,8-dimethanonaphthalene; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-§1,4-endo-5,8-endo-dimethanonaphthali; 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-§octahydro-1,4-endo-endo-5,8-dimethanonaphthale;

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales
	<p>2,7:3,6-dimethanonaphth(2,3-b)oxirene, 3,4,5,6,9,9-hexachoro-1a,2,2a,3,6a,7,7a-octahydro-, (1aalpha,2;</p> <p>3,4,5,6,9,9-hexachloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-2,7:3,6- dimethanonaphth(2,3-B)oxirene;</p> <p>3,4,5,6,9,9-hexachloro-1aalpha,2beta,2abeta,3alpha,6alpha,6abeta,7beta,7aalpha-octahydro-2,7:3,6-dim;</p> <p>Compound 269; 1,4:5,8-dimethanonaphthalene;</p> <p>endo,endo-1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalen;</p> <p>Endrex; Endrin; Endrin 20; Endrin mixture; endrin,endo-endo-isomer; Endrina; Endrine; ENT-17251;</p> <p>Experimental Insecticide No. 269; Hexachlor;</p> <p>Hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-5,8-endodimethanonaphthalene, 1,2,3,4,10,10-;</p> <p>Hexachloro-oxido-dimethano-octahydronaphthalene; hexachloroepoxyoctahydro-endo-endo-dimethanonaphthalene;</p> <p>Hexachlorooctahydro-endo, endo-dimethanonaphthalene; hexachloroxido-endo-endo-dimethano-octahydronaphthalin;</p> <p>Hexachloroxido-endo-endo-dimethano-octahydronaphthalene;</p> <p>hexachloroxidotetracyclododecen;</p> <p>hexachloräpoxyoctahydro-bis(endo-methylen)naphthalin;</p> <p>Hexachloroepoxyoctahydro-endo,endo-dimethanonaphthalene; Hexadrin; Isodrin Epoxide; Lakta 269;</p> <p>Mendrin; NCI C00157; Nendrin; OMS 197</p>
<p>Heptacloro (N° CAS: 76-44-8)</p>	<p>1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methano-1H-indene;</p> <p>1,4,5,6,7,8,8-heptachlorotetrahydro-4,7-methanoindene;</p> <p>1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-endo-methanoindene;</p> <p>1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7- methanoindene;</p> <p>1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-1H-4,7-methano-indene;</p> <p>2,4-bis-(thylamino)-6-chlor-1,3,5-triazin; 2-Chlor-4,6-bis(ethylamino)-1-triazin;</p> <p>3,4,5,6,7,8,8-heptachlorodicyclopentadiene; 3-chlorochlordene;</p> <p>4,7-methano-1,4,5,6,7,8,8-heptachlor-3a,4,7,7a-tetrahydro-1H-inden;</p> <p>4,7-methano-1H-indene, 1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-;</p> <p>4,7-methanoindene, 1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-;</p> <p>Aahepta; Arbinex 30TN; Agronex Hepta; Agronex Hepta T 30; Agrocere; Basaklor; Bis(ethylamino)-chlortriazin; Chlor-bis(ethylamino)-triazin;</p> <p>Chlordiethyltriazindiamin; Drinox; Drinox H-34; E 3314; ENT-15152; Eptacloro;</p> <p>Geptachlor*; Geptazol*; Gesatop; Gold Crest H-60; GPKh; H-34; H-60; Hepta;</p> <p>Heptachloor; Heptachlorane; Heptachlor [1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methano-1H-indene]; Heptacloro; Heptachlorotetrahydro-4,7-methanoindene; Heptagan; Heptaganox; Heptamak; Heptamul; Heptasol; Heptox;</p> <p>Latka 104; NCI-C00180; Soleptax; Rhodiachlor; Termide; Tetrahydro; Veliscol 104; Veliscol heptachlor</p>
<p>Hexaclorobenceno (N° CAS: 118-74-1)</p>	<p>Agronal H; Amaticin; Amatin; AntiCarie; Benzene, hexachloro-; benzol, Hexachlor;</p> <p>Bunt-cure; Bunt-no-more; Chlorbenzol, hexa; Co-op Hexa; Ceku C.B.; ENT-1719;</p> <p>esaclorobenzene; GChB*; Gexachlorbenzol*; Granox; Granox nm; HCB; HCBz;</p> <p>hexachloorbenzeen; Hexachlorobenzen; Hexachloro-; Hexa CB; Hexa c.b.;</p> <p>Hexachlorbenzol; Julian's carbon chloride; julin's carbonchloride; julin's chloride;</p> <p>No Bunt; No Bunt 40; No Bunt 80; No Bunt Liquid; Pentachlorophenyl chloride;</p> <p>Perchlorobenzene; Perchlorbenzol; Phenyl perchloryl; Sanocid; Sanocide; Smut-Go;</p> <p>Sniciotox; Sniciotox 40; Zaprawa nasienna sneciotox;</p>

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales
Mirex (N° CAS: 2385-85-5)	1,1a,2,2,3,3a,4,5,5,5a,5b,6-dodecachloro-octahydro-1,3,4-metheno-1H-cyclobuta[cd]pentalene; 1,2,3,4,5,5-hexachloro-; ,2,3,4,5,5-hexachloro-1,3-cyclopentadiene dimer; 1,3,4-metheno-1,1a,2,2,3,3a,4,5,5,5a,5b,6-dodecachlorooctahydro-1H-cyclobuta<cd>pentalene; 1,3,4-metheno-1H-cyclobuta(cd)pentalene, 1,1a,2,2,3,3a,4,5,5,5a,5b,6-dodecachlorooctahydro-; 1,3,4-metheno-1H-cyclobuta<cd>pentalene, dodecachlorooctahydro-; 1,3-Cyclopentadiene; 1,3-cyclopentadiene, 1,2,3,4,5,5-hexachloro-, dimer; Bichlorendo, CG-1283, Dechlorane, Dechlorane 4070, Dechlorane Plus, Dimer; 1,2,3,4,5,5- dodecachloropentacyclodecane; dodecachloropentacyclo(5.2.1.O'2,6.O'3,9.O'5,8)decane; Dodecachloro-decahydro-1,3-cyclo-dicyclobuta<cd,gh>pentalene; Dodecachlorooctahydro-1,3,4-metheno-1H-cyclobuta(cd)pentalen, 1,1a,2,2,3,3a,4,5,5,5a,5b,6-; Dodecachlorooctahydro-1,3,4-metheno-2H-cyclobuta<cd>pentalene; Dodecachloropentacyclo(5.2.1.O'2,6.O'3,9.O'5,8)decane; Dodecachloropentacyclo<5.2.1.0'2,6.0'3,9.0'5,8>decane; Dodecacloropentaciclo(5.2.1.O'2,6.O'3,9.O'5,8)decano; ENT-25719; Ferriamicide; GC1283; Hexachloropentadiene Dimer, Hexachloro-1,3-cyclopentadiene dimer; Hrs 1276, NCI-C06428; Paramex; Perchlordecone, Perchloropentacyclodecane; Perchloropentacyclo(5.2.1.02,6.03,9.05,8)decane; Perchlorodihomocubane
Toxafeno (N° CAS: 8001-35-2)	2,2-dimethyl-3-methylenbornanchlorid; Agricide; Maggot Killer (f); Alltex; Alltox; Attac; Attac 4-2; Attac 4-4; Attac 6; Attac 6-3; Attac 8; Camphechlor; Camphechlor, polychloriert; Camphechlore; Camphene, chlorinated; Camfechlor*; Camphochlor; Camphechlor; Chem-Phene; Chemphene M5055; Camphofene Huileux; Chlorinated Camphene; chloriertes 2,2-dimethyl-3-methylenbornan; Chloriertes Camphen; Chlorinated camphene, chlorinated camphene,67 %<conc chlorine<69 %; technical; Chloro-Camphene; Clor Chem T-590; Compound 3956; Coopertox; Crestoxo; Cristoxo; Cristoxo 90; Delicia Fribal; Dimethyl-3-methylenbornanchlorid, 2,2-; Estonox; ENT-9735; Fasco-Terpene; Geniphene; Gy-Phene; Hercules 3956; Hercules toxaphene; Huilex; Kamfochlor; Liro Toxaphen 10; M 5055; maggot killer (f); Melipax; Melipax 60 EC; Melipax do zamglawiania; Melipax plynny; Melipax pylisty; Melipex; Motox; NCI-C00259; Octachlorocamphene; PCC; PeN°hene; Phenacide; Phenatox; PheN°hane; Polichlorcamfen*; Polychlorocamphene; polychloriertes Camphechlor; Poly)chlorinated camphene; Strobane-T; Strobane T-90; Taxaphene; Terpentol plynny 60; Toxadust; Toxafen*; Toxakil; Toxaphene (Campechlor); Toxaphene (polychlorinated camphenes); Toxaphene (technical chlorinated camphene (67-69 % chlorine);Toxon 63; Toxaphen 10; Toxaphen 50; Toxyphene; Vertac Agricide; Vertac 90 %

^a La lista de nombres comerciales no es exhaustiva.

* Nombres comerciales rusos.

Anexo II

Bibliografía

- ASP, 2004. The First Africa Stockpiles Programme – Project I (ASP-P1). Environmental and Social Assessment. Synthesis Report, ASP, 2004. Disponible en www-wds.worldbank.org.
- ATSDR, 1993. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 1993. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- ATSDR, 1994. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 1994. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- ATSDR, 1994. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 1994. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- ATSDR, 1994. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 1994. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- ATSDR, 1995. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 1995. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- ATSDR, 2002. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 2002. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- ATSDR, 2002. Toxicological Profile Information Sheet for aldrin and dieldrin, información actualizada en septiembre de 2002. Disponible en www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/.
- Bailey, R.E., 2001. Global hexachlorobenzene emissions. *Chemosphere* 43, pp.
- Barber, J. L.; Sweetman, A. J. et al., 2005. Hexachlorobenzene in the global environment: emissions, levels, distribution, trends and processes. *Science of the Total Environment* 349 (1–3), pp. 1–44.
- Brooks, G.; Hunt, G., 1984. Source assessment for hexachlorobenzene. Radian Corporation, final report. Preparado para EPA, Research Triangle Park, NC.
- Cortes, D.R.; Basu, I.; Sweet, C.W.; Brice, K.A.; Hoff, R.M. y Hites, R.A., 1998. Temporal trends in gas-phase concentrations of chlorinated pesticides measured at the shores of the Great Lakes. *Environmental Science and Technology* 32, pp. 1920–1927.
- De Bruin, Jan, 1979. “Reduction of chlordane, DDT, heptachlor, hexachlorobenzene and hexachlorocyclohexane isomers contained in effluents taking into account the best technical means available”, Comisión de las Comunidades Europeas, Servicio del medio ambiente y de la protección a los consumidores.
- Environment Agency, 2001. SEPA and Environment and Heritage Service, Bristol, UK.
- EPA, 1991. *Applying Pesticides Correctly: A Guide for Private and Commercial Applicators*. EPA, USDA y Extension Service.
- EPA, 2000a. *The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-contaminated Sites*. Stobiecki, S., J. Cieszkowski, A. Silowiecki y T. Stobiecki. 2001. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln:
- EPA, 2000b. Draft PBT National Action Plan for the Level 1 Pesticides Public Review Draft Prepared by the USEPA Persistent, Bioaccumulative and Toxic Pollutants (PBT) Pesticides Work Group August 24, 2000.
- EPA, 2002. *RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance*. Disponible en www.ccme.ca.
- EPA, sin fecha.** Substance Registry System. Disponible en oaspub.epa.gov/srs/.
- EPA, sin fecha. United States National Library of Medicine, National Toxicology Program (via TOXNET).
- EXTOXNET, Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles. Disponible en www.pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/.
- FAO Guidance Document, 2004. *The selection of waste management options for the disposal of obsolete pesticides and contaminated materials*. (Proyecto en preparación)

- FAO, 1995. *Prevention of accumulation of obsolete pesticide stocks. Provisional guidelines*. N° de serie 2, N° de ref. V7460.
- FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual*. Pesticide disposal series, N° de ref. V8966.
- FAO, 1999. *Guidelines for the management of small quantities of unwanted and obsolete pesticides*, N° de serie 7 y N° de ref. X1531.
- FAO, 2000. *Assessing soil contamination, a reference manual*, No de serie 10, No de ref. X2570.
- FAO, 2001. Training manual on inventory taking of obsolete pesticides, N° de serie 10, N° de ref. X9899.
- FAO, 2005. Draft guidance document “*The preparation of inventories of pesticides and contaminated materials*”, preparado por Richard Thompson, versión 1.07.
- FAO/OMS, 1970. Hexachlorobenzene evaluation session of the Codex Committee on Pesticide Residues (JMPR).
- Federal Register, 1999. National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants. EPA. Final Rule, Part II, 40 CFR part 60.
- Fiedler, H.; Hutzinger, O.; Welsch-Pausch, K. y Schmiedinger, A., 2000. *Final Report, Evaluation of the Occurrence of PCDD/PCDF and POPs in Wastes and Their Potential to Enter the Foodchain*, Co-ordination by the Joint Research Centre, Environment Institute Study on behalf of the European Commission
- FRTR, 2002. *Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0*. Disponible en www.frtr.gov/matrix2/top_page.html
- Global Pesticides Release Database, Environment Canada. Disponible en www.msc-smc.ec.gc.ca/data/gloperd/basic_knowledge_e.cfm.
- Government of Canada, 1993. Hexachlorobenzene. Priority substance risk assessment report. Canadian Environmental Protection Act (CEPA).
- Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection Commission, 2001. *The Pesticides Selected for Immediate Priority Action: A compilation and evaluation of the information given by the Contracting Parties with the focus on use and legislation*. Disponible en www.basel.int
- Holoubek et al, 2004. Project GF/CEH/01/003, *Enabling Activities to Facilitate Early Action on the Implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Czech Republic, Proposal of the National Implementation Plan for Implementation of the Stockholm Convention in the Czech Republic* (TOCOEN REPORT) No. 252, Brno.
- IARC, 1979: Mirex IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans. Lyon, Francia: OMS, IARC 20, pp. 283–301.
- Indian Ministry of Chemicals and Fertilisers (MC&F), 2000. Information compiled by Plant Protection Adviser, Department of Agriculture and Cooperation, Ministry of Agriculture and Cooperation, New Delhi.
- Indian Ministry of Chemicals and Fertilisers (MC&F), 2000. Information compiled by Plant Protection Adviser, Department of Agriculture and Cooperation, Ministry of Agriculture and Cooperation, Nueva Delhi.
- IPCS INCHEM, sin fecha. Health and Safety Guide (HGSs). Disponible en www.inchem.org.
- IPCS INCHEM, sin fecha. *Pesticide Data Sheets*. Disponible en www.inchem.org.
- IPCS, 1997. Hexachlorobenzene. Environmental Health Criteria 195. OMS.
- Jacoff, F.S.; Scarberry, R. y Rosa, D., 1986. *Source assessment of hexachlorobenzene from the organic chemical manufacturing industry*. En: Morris, C. R. y Cabral, J. R. P. (eds.), Hexachlorobenzene: Proceedings of an International Symposium. IARC Sci. Publ. 77, Lyon, pp. 31–37.
- Kunisue, T.; Someya, M.; Kayama, F.; Jin, Y. y Tanabe, S., 2004. *Persistent organochlorines in human breast milk collected from primiparae in Dalian and Shenyang, China*. Environ.Pollut. 48, pp. 1076–1083.

- Mumma, C.E. y Lawless, E.W., 1975. *Survey of Industrial Processing, Data – Task 1 – Hexachlorobenzene and Hexachlorobutadiene Pollution from Chlorocarbon Processes*, EPA Rpt. EPA-560/3-75-004, Preparado por Midwest Res. Inst.
- NTP, 1994. Seventh annual report on carcinogens. Summary, 1994. Research Triangle Park North Carolina, US Department of Health and Human Services, National Toxicology Program.
- OCDE, 2004. Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100. Aprobada el 9 de junio de 2004. Disponible en www.oecd.org.
- OIT, 1999a. Basics of Chemical Safety. Disponible en www.ilo.org.
- OIT, 1999b. *Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice*. Disponible en www.ilo.org.
- OMI, 2002. Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas. Disponible en www.imo.org.
- OMS-FAO, 1975. Datasheets on pesticides no. 1, aldrin.
- OMS-FAO, 1975. Datasheets on pesticides no. 17, aldrin.
- OMS-FAO, 1975. Datasheets on pesticides no. 19, aldrin.
- OMS-FAO, 1977. Datasheets on pesticides no. 26, aldrin.
- OMS-FAO, 1978. Datasheets on pesticides no. 36, aldrin.
- OMS-FAO, 1979. Datasheets on pesticides no. 41, aldrin.
- PAN Pesticides Database – Chemicals (www.pesticideinfo.org/List_ChemicalsAlpha.jsp?ChemName).
- PNUMA, 1995a. *Basel Convention: Manual for Implementation*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 1995b. Technical Guidelines on Incineration on Land (D10). Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 1998. Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity. Disponible en www.chem.unep.ch.
- PNUMA, 2000. *Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies*. Disponible en www.chem.unep.ch.
- PNUMA, 2001. *Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and Other POPs Wastes under the Basel Convention, volumes A, B and C*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 2002a. *Europe Regional Report, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances*. Disponible en www.chem.unep.ch.
- PNUMA, 2002b. *Central and North East Asia Regional Report, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances*. Disponible en www.chem.unep.ch.
- PNUMA, 2002c. *Indian Ocean Regional Report, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances*. Disponible en www.chem.unep.ch.
- PNUMA, 2003d. *Global Report 2003, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances*. Disponible en www.chem.unep.ch/pts.
- PNUMA, 2004a. *Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries*. Disponible en www.unep.org/stagef.
- PNUMA, 2004b. *Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo*. Revisado en diciembre de 2004. Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2005. *Standardized Toolkit for the Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases, 2nd ed.* Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2006. *Proyecto de directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación profesional sobre mejores prácticas ambientales de conformidad con el artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes*. (Se prevé que el texto final de las directrices será aprobado por la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo a mediados de 2007). Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2006a. *Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (DDT)*. Disponible en www.basel.int.

- PNUMA, 2006b. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), hexachlorobenzene (HCB) or polychlorinated biphenyls (PCBs)*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 2006c. Directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos. Disponible en www.basel.int.
- Rippen, G., 1989. *Handbuch der Umwelt-Chemikalien*. 4th Supplementary Instalment, 11/89. Landsberg/Lech.
- Rippen, G; Frank, R., 1986. *Estimation of hexachlorobenzene from the technosphere into the environment*. En: Morris, C. R. y Cabral, J. R. P. (eds.), *Hexachlorobenzene: Proceedings of an International Symposium*. IARC Sci. Publ. 77, Lyon, pp. 31–37. 45–52.
- Ritter, L.; Solomon, K.R.; Forget, J.; Canadian Network of Toxicology Centres; Stemeroff, M. y O’Leary, C., 1995. Deloitte and Touche Consulting Group, Persistent Organic Pollutants, An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. The International Programme on Chemical Safety (IPCS) within the framework of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC).
- Secretaría del Convenio de Basilea, 2002. *Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and other POPs wastes under the Basel Convention, a Training Manual for Hazardous Waste Project Managers, volumes A and B*. Disponible en www.basel.int/pub/pcb1.pdf.
- Shekhovtsov, A., 2002. *The Main Sources of Pollution in the Asian Part of Russia by PTS – Technical Report*. Presented at the 1st Technical Workshop of UNEP/GEF Regionally-based Assessment of PTS, Central Asia and NE Asia Region (Region VII). 18-20 de marzo de 2002, Tokyo
- SMOC México, 1998. Expediente de nominación sobre el hexaclorobenceno. Grupo de Trabajo sobre Manejo Adecuado de Sustancias Químicas, 6 de junio de 1998. Disponible en www.ccc.org/files/pdf/POLLUTANTS/hcbmex_es.PDF.
- STARS Version 4.0, Stoffdatenbank für bodenschutz- /umweltrelevante Stoffe. En www.stoffdaten-stars.de/.
- ten Hulscher, 1992. *Environ. Tox. Chem.*, 11, pp. 1595–1603.
- UK Health and Safety Executive, 1991. Guidance note HS(G)66, *Protection of workers and the general public during the development of contaminated land*. HSE books.
- United States Army Corps of Engineers, 2003. *Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies*. Disponible en www.usace.army.mil.
- Voldner, E. C. y Li, Y. F., 1993. *Global usage of toxaphene*. *Chemosphere*, vol. 27, N° 10.
- von Rumker, R.; Lawless, E. W.; Meiners, A. F.; Lawrence, K. A.; Kelso, G. L. and Horay, F., 1974. *Production, Distribution, Use, and Environmental Impact Potential of Selected Pesticides*. EPA

Anexo V

Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), hexaclorobenceno (HCB) o bifenilos policlorados (PCB) producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos

Índice

I.	Introducción	130
A.	Ámbito	130
B.	Descripción, producción y desechos	130
1.	Descripción.....	130
a)	PCDD y PCDF	130
b)	PCB	132
c)	HCB	132
2.	Producción no intencional	132
a)	PCDD y PCDF	132
b)	PCB	132
c)	HCB	132
3.	Desechos	132
II.	Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo	133
A.	Convenio de Basilea.....	133
B.	Convenio de Estocolmo	135
III.	Disposiciones del Convenio de Estocolmo que se han de abordar en cooperación con el Convenio de Basilea	136
A.	Bajo contenido de COP.....	136
B.	Niveles de destrucción y transformación irreversible	137
C.	Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional.....	137
IV.	Orientación sobre el manejo ambientalmente racional.....	137
A.	Consideraciones generales: Convenio de Basilea, Convenio de Estocolmo y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.....	137
1.	Convenio de Basilea	137
2.	Convenio de Estocolmo	137
3.	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	137
B.	Marco legislativo y reglamentario.....	137
C.	Prevención y minimización de los desechos	138
D.	Determinación e inventarios	139
1.	Determinación	139
2.	Inventarios	139
E.	Muestreo, análisis y vigilancia.....	139
1.	Muestreo	140
2.	Análisis.....	140
3.	Vigilancia.....	140
F.	Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento.....	140
1.	Manipulación	140
2.	Recolección	140
3.	Embalaje	141
4.	Etiquetado.....	141
5.	Transporte.....	141
6.	Almacenamiento	141
G.	Eliminación ambientalmente racional	141
1.	Tratamiento previo.....	141
2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible	142

3.	Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente.....	142
4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP	142
H.	Rehabilitación de lugares contaminados	142
I.	Salud y seguridad	142
1.	Situaciones de mayor riesgo	142
2.	Situaciones de menor riesgo	142
J.	Medidas para situaciones de emergencia	142
K.	Participación de la población	142
Anexos		
	Bibliografía	144

Abreviaturas y siglas

2,4-D	Ácido 2,4-diclorofenoxiacético
2,4,5-T	Ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético
Ah	Aril hidrocarburos
BAT	mejores técnicas disponibles
BEP	mejores prácticas ambientales
COP	contaminantes orgánicos persistentes
DDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis (4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano)
EQT	equivalencia tóxica
FET	factores de equivalencia de la toxicidad
HCB	Hexaclorobenceno
IPCS	Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas
OMS	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCB	bifenilo policlorado
PCDD	dibenzoparadioxina policlorada
PCDF	dibenzofurano policlorado
PER, PERC	percloroetileno
TCDD	2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadioxina

Unidades de medida

µg	Microgramo
mg	Milligramo
µg/kg	microgramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por mil millones
mg/kg	miligramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por millón.
ppb	partes por mil millones
ppm	partes por millón

I. Introducción

A. Ámbito

1. Las presentes directrices técnicas proporcionan orientación para el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), bifenilos policlorados (PCB) o hexaclorobenceno (HCB), producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos, de conformidad con las decisiones IV/17, V/26, VI/23, VII/13 y VIII/16 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación; de las decisiones OEWG-I/4, OEWG-II/10, OEWG-III/8, OEWG-IV/11 y OEWG-V/12 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea; la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes; las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes, del Convenio de Estocolmo, y las decisiones SC-1/21 y SC-2/6 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo.

2. Las directrices abarcan todos los contaminantes orgánicos persistentes (COP) que se forman y se liberan de forma no intencional a partir de las fuentes antropógenas enumeradas en el anexo C del Convenio de Estocolmo (“Producción no intencional”), es decir, PCDD, PCDF, HCB y PCB.

3. En las presentes directrices técnicas no se incluyen los COP producidos intencionalmente, como los PCB, plaguicidas (aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, HCB, mirex o toxafeno), el HCB como producto químico industrial, ni el DDT. Estas sustancias se estudian en las siguientes directrices técnicas específicas individuales:

a) 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 (“las directrices técnicas para los PCB”) (PNUMA, 2006a);

b) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex o toxafeno o HCB como producto químico industrial, o que los contengan o estén contaminados con ellos. (“las directrices técnicas para los plaguicidas COP”) (PNUMA, 2006b);

c) Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT), que lo contengan o estén contaminados con él (PNUMA, 2006c).

4. El presente documento debería utilizarse conjuntamente con el documento titulado “*Directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos*” (“las directrices técnicas generales”) (PNUMA, 2006d). En ese documento se proporciona más información acerca de la naturaleza y la frecuencia de la presencia de desechos consistentes en PCDD, PCDF, HCB o PCB producidos de forma no intencional, que los contengan o estén contaminados con ellos, a los efectos de su identificación y manejo.

5. En el presente documento se hace referencia a las directrices técnicas para los PCB y a las directrices técnicas para plaguicidas que son COP, en que la información es común tanto a los COP producidos de forma intencional como no intencional.

B. Descripción, producción y desechos

1. Descripción

a) PCDD y PCDF

6. Las PCDD y los PCDF son hidrocarburos aromáticos halogenados tricíclicos constituidos por dos anillos bencénicos unidos por dos átomos de oxígeno en carbonos adyacentes en cada uno de los anillos de benceno en el caso de las PCDD y por un átomo de oxígeno y un enlace carbono-carbono en carbonos adyacentes en los PCDF. En la figura 1, que aparece a continuación, se muestra la estructura molecular de los compuestos no clorados.

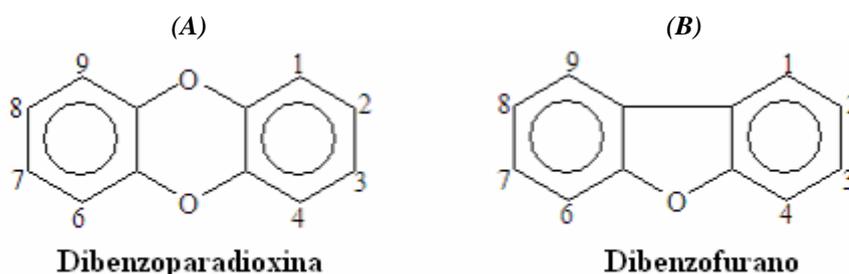


Figura 1. Estructuras de la dibenzoparadioxina (A) y del dibenzofurano (B)

7. Los dos grupos de productos químicos pueden tener hasta ocho átomos de cloro unidos a los átomos 1 a 4 y 6 a 9 de carbono. Cada uno de los compuestos que se generan con la sustitución por cloro se denominan congéneres. La diferencia de cada congénere reside en la cantidad de átomos de cloro y su posición alrededor de los núcleos aromáticos. En total, existen 75 posibles congéneres de la PCDD y 135 del PCDF. De las PCDD y los PCDF, el que más se investiga es la 2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadioxina (TCDD).

8. Se considera que los congéneres que tienen hasta un máximo de tres átomos de cloro no revisten gran importancia toxicológica. Por el contrario, se considera que los 17 congéneres con sustituciones de átomos de cloro en las posiciones 2, 3, 7 y 8 (es decir, en las posiciones laterales de los anillos aromáticos) plantean riesgos para la salud y el medio ambiente. Si se aumenta la sustitución de cuatro a ocho átomos de cloro por lo general descende notablemente la potencia.

9. Las PCDD y los PCDF tienen una muy baja solubilidad en el agua, coeficientes elevados de partición octanol-agua, baja presión de vapor y fuerte capacidad de adsorción a las partículas y superficies, y son resistentes a la degradación química y bioquímica en condiciones ambientales. Por lo tanto, son persistentes en el medio ambiente y por su alta liposolubilidad e inherente estabilidad se bioconcentran y acumulan en la cadena alimentaria. En las emisiones de procesos térmicos e industriales se ha detectado casi la totalidad de los 210 congéneres de las PCDD y los PCDF y, por consiguiente, se los encuentra en mezclas en matrices ambientales como el suelo, los sedimentos, el aire, las plantas y animales inferiores, aunque por su baja solubilidad acuosa casi no se los puede detectar en el agua y son prácticamente inmóviles en los suelos.

10. Cuando se los encuentra en el medio ambiente, en los tejidos biológicos y en fuentes industriales, las PCDD y los PCDF por lo general se presentan como mezclas complejas y la toxicidad de los diversos congéneres puede ser muy variada. La potencia de las PCDD y los PCDF se ha determinado en relación con la 2,3,7,8-TCDD, que es el miembro más tóxico de la clase de dioxinas. Esos valores se conocen como factores de equivalencia de la toxicidad (FET). Para que se lo incluya en el conjunto de FET, una PCDD o un PCDF debe unirse al receptor de aril hidrocarburos (Ah), inducir respuestas tóxicas y bioquímicas mediadas por el receptor Ah, debe ser persistente y debe acumularse en la cadena alimentaria (OMS, 1998). Para calcular la potencia tóxica de una mezcla dada de las PCDD y los PCDF, se multiplica la concentración en masa de cada congénere por su FET y se suman los resultados para obtener el equivalente tóxico (EQT) de la mezcla.

11. El examen más reciente de los FET fue el que realizó un grupo de expertos del [Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas](#) (IPCS) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1998 (Van den Berg et al., 1998). De acuerdo al conjunto de FET de la OMS, a la TCDD se le asigna un FET de 1,0 y los demás PCDD y PCDF tienen valores de FET que oscilan entre 1,0 y 0,0001. En el conjunto de FET de la OMS también se incluyen los congéneres de PCB que se considera exhiben características similares a las dioxinas, y sus FET oscilan entre 0,1 y 0,00001. En el conjunto de FET de la OMS se han establecido tres subconjuntos, uno para los seres humanos y otros mamíferos y otros dos para aves y peces. Para la evaluación de los riesgos para los seres humanos, obviamente deben aplicarse los FET para los seres humanos y otros mamíferos.

12. Cabe notar que en gran parte de las legislaciones nacionales todavía se aplica el conjunto internacional anterior de FET, establecido por el Comité sobre los Desafíos de la Sociedad Moderna de la Organización del Tratado del Atlántico Norte en 1988. En ese conjunto de FET internacional se incluyen solamente los 17 congéneres de PCDD y PCDF con sustituciones por átomos de cloro en las posiciones 2, 3, 7 y 8 y no se incluyen los PCB con características similares a las dioxinas.

13. Según el anexo C del Convenio de Estocolmo, las concentraciones deben notificarse siguiendo las normas internacionales más reciente, comenzando a partir del conjunto de FET de la OMS de 1998.

b) PCB

14. Para información, véase el apartado a) del párrafo 1 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas para los PCB.

c) HCB

15. Para información, véase el apartado a) del párrafo 5 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas para plaguicidas COP.

2. Producción no intencional

16. De conformidad con el artículo 5 del Convenio de Estocolmo, las Partes deben reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas de cada uno de los productos químicos incluidos en el anexo C (COP producidos de forma no intencional: PCDD, PCDF, HCB y PCB), con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente.

a) PCDD y PCDF

17. Las PCDD y los PCDF nunca se han producido de forma intencional o utilizado comercialmente, salvo en muy pequeñas cantidades con fines analíticos y de investigación.

18. Las PCDD y los PCDF se consideran contaminantes en traza en varios productos químicos. También pueden formarse como subproductos no intencionales en algunos procesos de combustión e industriales, principalmente a temperaturas que oscilan entre 200°C y 650°C, con un valor máximo alrededor de 300°C. Por consiguiente, pueden formarse como productos de desecho no intencionales e indeseados durante determinados procesos en que se calienta material carbonáceo en presencia de sustancias cloradas orgánicas o inorgánicas (incluido el cloruro de sodio, es decir, la sal común) junto con compuestos de oxígeno o que contienen oxígeno. Esos procesos incluyen la manufactura de productos químicos entre los cuales se cuentan los clorofenoles y herbicidas tales como el ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) y el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), y en procesos de combustión en ciertas condiciones de temperatura, tiempo de residencia, humedad, presencia de catalizadores, etcétera.

19. Las PCDD y los PCDF también pueden pasar al medio ambiente a partir de otras fuentes, como la quema de madera y desechos domésticos, incendios forestales, emisiones de vehículos y humo de tabaco.

b) PCB

20. Los PCB también pueden emitirse a partir de fuentes relacionadas con la combustión cuando no hay una descomposición térmica completa de los desechos por un funcionamiento inadecuado de incineradores, o por una combustión a temperaturas inadecuadas, especialmente en las quemaduras a cielo abierto y otros lugares en que se queman desechos al aire libre, es decir, cuando se dan las mismas condiciones que las que pueden generar emisiones de PCDD y PCDF.

c) HCB

21. El HCB se produce de forma no intencional como subproducto de la fabricación de percloroetileno (conocido también como tetracloroetileno, PER o PERC), tetracloruro de carbono y, en cierta medida, tricloroetileno. Para mayor información, véase el apartado b) del párrafo 6 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas sobre plaguicidas COP.

22. Los HCB también pueden emitirse a partir de fuentes relacionadas con la combustión cuando no hay una descomposición térmica completa de los desechos por un funcionamiento inadecuado de incineradores, o por una combustión a temperaturas inadecuadas, especialmente en la quema de desechos al aire libre, es decir, cuando se dan las mismas condiciones que las que pueden generar emisiones de PCDD y PCDF.

3. Desechos

23. Los desechos que contienen PCDD, PCDF, PCB y HCB producidos de forma no intencional, o que están contaminados con ellos se encuentran en varias formas físicas, entre ellas las siguientes:

a) Sólidos:

- i) Suelos y sedimentos contaminados (sitios contaminados por el uso de determinados plaguicidas (para referencia, véase el *Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos* del

- PNUMA (PNUMA, 2005)), madera tratada, quema a cielo abierto e industrias químicas);
- ii) Rocas y áridos de minas contaminados (p.ej. fondo rocoso excavado, grava, material detrítico, escorias y esquisto residual);
 - iii) Fango contaminado (que contenga productos químicos producidos a nivel industrial, sólidos y líquidos);
 - iv) Desechos sólidos contaminados (papel, productos metálicos, plástico, papel, pelusa generada por trituradores de vehículos, objetos pintados, escombros, etc.);
 - v) Cenizas sedimentadas y residuos de sistemas de control de la contaminación del aire, tales como fangos y cenizas volantes generadas en procesos que utilizan altas temperaturas (incineradores, plantas generadoras, hornos de cemento, industria metalúrgica secundaria);
 - vi) Equipo drenado con residuos líquidos (equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor, motores de combustión interna, equipo para la aplicación de plaguicidas);
 - vii) Contenedores drenados con residuos líquidos (tambores de petróleo, bidones de plástico, botellas con plaguicidas, tanques de almacenamiento);
 - viii) Madera contaminada (contaminada con PCB, impregnada con plaguicidas);
 - ix) Desechos de cuero;
- b) Líquidos:
- x) Aceites contaminados (que están contenidos en motores de combustión interna o que han sido drenados de esos motores y en equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor);
 - xi) Determinadas formulaciones plaguicidas (herbicidas, conservantes de madera);
 - xii) Desechos líquidos orgánicos mezclados (pinturas, colorantes, aceites, disolventes);
 - xiii) Aguas de desecho contaminadas (efluentes industriales, agua de depuradores y cortinas para el control de la contaminación, aguas de enfriamiento, aguas servidas);
 - xiv) Lixiviado de vertederos.

24. Además, en las partes II y III del anexo C del Convenio de Estocolmo se enumeran las categorías de fuentes que tal vez incluyan desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB o PCB producidos de forma no intencional, o estén contaminados con ellos. Véase la sección B del capítulo II, *infra*.

II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo

A. Convenio de Basilea

25. En el artículo 1 ("Alcance del Convenio") se reseñan los tipos de desechos sujetos al Convenio de Basilea. En el apartado a) del párrafo 1 de dicho artículo se explican los dos pasos que hay que seguir para determinar si un "desecho" es "desecho peligroso" a los efectos del Convenio: en primer lugar, los desechos deben pertenecer a una de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio ("Categorías de desechos que hay que controlar") y, en segundo lugar, los desechos deben poseer al menos una de las características enumeradas en el anexo III del Convenio ("Lista de características peligrosas").

26. En el anexo I se enumeran algunos de los desechos que tal vez contengan PCDD, PCDF, HCB o PCB producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con éstos. Entre ellos se incluyen los siguientes:

- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera

- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
- Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
- Y39 Fenoles; compuestos fenólicos con inclusión de clorofenoles
- Y41 Solventes orgánicos halogenados
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadoxinas policloradas
- Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

27. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una de las características peligrosas descritas en el anexo III –por ejemplo H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)”, H12 “Ecotóxicas”, o H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos”– a menos que, mediante “pruebas nacionales”, se pueda demostrar que no presentan esas características. Las pruebas nacionales pueden ser útiles para una característica peligrosa específica enumerada en el anexo III hasta que exista una definición completa de la característica peligrosa. Actualmente se están elaborando en el marco del Convenio de Basilea documentos de orientación para cada una de las características peligrosas descritas en el anexo III.

28. En la lista A del anexo VIII se describen los desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1” aunque la “inclusión de un desecho en el anexo VIII no obsta que se use el anexo III (características peligrosas) para demostrar que un desecho no es peligroso” (párrafo b) del anexo I). La Lista B del anexo IX incluye desechos “que no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del Convenio de Basilea, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III”. Las siguientes categorías de desechos del anexo VIII son aplicables a las PCCD, PCDF, HCB o PCB producidos de forma no intencional:

- A 1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos¹⁰ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110)¹¹
- A3180 Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg¹²
- A4110 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:
- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados

¹⁰ Esta categoría no incluye restos de montajes de la producción de electricidad.

¹¹ Los PCB se encuentran en una concentración igual o superior a 50 mg/kg. B1110 Montajes eléctricos y electrónicos.

¹² El nivel de 50 mg/kg se considera un nivel práctico internacional para todos los desechos. No obstante, muchos países han establecido niveles reglamentarios inferiores (por ejemplo, 20 mg/kg) para desechos específicos.

- Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas

29. La Lista A del anexo VIII incluye varios desechos o categorías de desechos que tienen el potencial de contener PCDD, PCDF, HCB o PCB producidos de forma no intencional o estar contaminados por ellos, a saber:

- A1090 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos
- A1100 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre
- A2040 Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2080)¹³
- A2060 Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2050)¹⁴ - pero permitidas en la fabricación de cemento y ladrillos
- A3020 Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados
- A3040 Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)
- A3070 Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo
- A3120 Pelusas – fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento
- A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados
- A3160 Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos
- A4040 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- A4100 Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B¹⁵
- A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- A4160 Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060)¹⁶

30. Para más información, véase la parte A de la sección II de las directrices técnicas generales.

B. Convenio de Estocolmo

31. En relación con los COP que se generan de forma no intencional como resultado de la actividad humana, en el artículo 5 del Convenio (“Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional”) se estipula que cada Parte adoptará “medidas para reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas de cada uno de los productos químicos incluidos en el anexo C, con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente”. En el anexo C (“Producción no intencional”), se enumeran en su parte I los PCDD, PCDF, HCB y PCB.

¹³ B2080: Desechos de yeso resultante de procesos de la industria química no incluidos en la lista A.

¹⁴ B2050: Cenizas volantes de centrales eléctricas o carbón, no incluidas en la lista A.

¹⁵ Este apartado no incluye la madera tratada con preservadores químicos.

¹⁶ B2060: Carbón activado consumido resultante del tratamiento del agua potable y de procesos de la industria alimentaria y de la producción de vitaminas.

32. En la parte II del anexo C se enumeran las siguientes categorías de fuentes industriales que tienen un potencial de formación y liberación relativamente elevadas de PCDD, PCDF, HCB y PCB producidos de forma no intencional:

- a) Incineradores de desechos, incluidas los co-incineradores de desechos municipales, peligrosos o médicos o de fango cloacal;
- b) Desechos peligrosos procedentes de la combustión en hornos de cemento;
- c) Producción de pasta de papel utilizando cloro elemental o productos químicos que producen cloro elemental para el blanqueo;
- d) Los siguientes procesos térmicos de la industria metalúrgica:
 - i) Producción secundaria de cobre;
 - ii) Plantas de sinterización en la industria del hierro e industria siderúrgica;
 - iii) Producción secundaria de aluminio;
 - iv) Producción secundaria de zinc.

33. En la parte III del anexo C se enumeran las categorías de fuentes a partir de las cuales también podrían formarse y liberarse en forma no intencional PCDD, PCDF, HCB y PCB, entre las que se cuentan las siguientes:

- a) Quema a cielo abierto de desechos, incluida la quema en vertederos;
- b) Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la parte II del anexo C;
- c) Fuentes de combustión domésticas;
- d) Combustión de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas o calderas industriales;
- e) Instalaciones de combustión de madera u otros combustibles de biomasa;
- f) Procesos de producción de productos químicos determinados que liberan contaminantes orgánicos persistentes formados de manera no intencional, especialmente la producción de clorofenoles y cloranil;
- g) Crematorios;
- h) Vehículos automotores, en particular los que utilizan gasolina con plomo como combustible;
- i) Destrucción de carcasas de animales;
- j) Teñido (con cloranil) y terminación (con extracción alcalina) de textiles y cueros;
- k) Plantas de trituración para el tratamiento de vehículos una vez acabada su vida útil;
- l) Combustión lenta de cables de cobre;
- m) Desechos de refinerías de petróleo.

34. En la parte V del anexo C se ofrece una orientación general a las Partes sobre las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales (BAT/BEP) para evitar o reducir las liberaciones de COP producidos de forma no intencional.

35. Para más información, véase la parte B de la sección II de las directrices técnicas generales.

III. Disposiciones del Convenio de Estocolmo que se han de abordar en cooperación con el Convenio de Basilea

A. Bajo contenido de COP

36. Se deberán aplicar las definiciones provisionales para bajo contenido de COP siguientes:

- Para los PCB: 50 mg/kg¹⁷
- Para PCDD/PCDF: 15 µg EQT/kg¹⁸
- Para HCB: 50 mg/kg¹⁹

Para más información, véase la parte A de la sección III de las directrices técnicas generales.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

37. Para información, véase la parte B de la sección III de las directrices técnicas generales.

C. Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional

38. Para información, véase la sección G del capítulo IV *infra*, y la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

IV. Orientación sobre el manejo ambientalmente racional

A. Consideraciones generales: Convenio de Basilea, Convenio de Estocolmo y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

1. Convenio de Basilea

39. Uno de los principales medios para la promoción del manejo ambientalmente racional es la preparación y difusión de directrices técnicas, como el presente documento y las directrices técnicas generales. Para más información, véase el párrafo 1 de la parte A de la sección IV de las directrices técnicas generales.

40. Las Partes que estén planificando o examinando un programa nacional de manejo ambientalmente racional deberán consultar, entre otras cosas, el documento del Convenio de Basilea “*Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB*” (PNUMA 2003a).

2. Convenio de Estocolmo

41. En el Convenio de Estocolmo no figura una definición del término “manejo ambientalmente racional”. Ahora bien, la Conferencia de las Partes, en cooperación con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea, habrá de determinar los métodos ambientalmente racionales de eliminación de desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB y PCB producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos.

42. Las Partes deberán consultar el documento *Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo* (PNUMA 2003b).

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

43. Para información sobre la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y el manejo ambientalmente racional, véase el párrafo 3 de la parte A de la sección IV de las directrices técnicas generales.

B. Marco legislativo y reglamentario

44. Las Partes en el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo deberán examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales para cerciorarse de que se ajustan a los convenios respectivos y a las obligaciones contraídas en virtud de ellos, en especial las relativas al manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en PCDD, PCDF, HCB y PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

¹⁷ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

¹⁸ Equivalente tóxico según el párrafo 2 de la parte IV del anexo C del Convenio de Estocolmo, pero sólo para los PCDD y PCDF.

¹⁹ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

45. Entre los elementos de un marco reglamentario aplicable a los PCDD, PCDF, HCB y PCB podrían figurar los siguientes:
- a) Legislación de protección del medio ambiente en que se establezcan un régimen de reglamentación, límites de liberaciones y criterios de calidad del medio ambiente;
 - b) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;
 - c) Especificaciones para los contenedores, los equipos, los contenedores a granel y los locales de almacenamiento;
 - d) Especificación de los métodos analíticos y de muestreo aceptables;
 - e) Un requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, políticas, certificados de aprobación y licencias e información sobre el inventario y datos sobre emisiones y liberaciones nacionales;
 - f) Requisitos para la determinación y rehabilitación de los lugares contaminados;
 - g) Requisitos relativos a la salud y la protección de seguridad de los trabajadores;
 - h) Otros posibles controles legislativos, por ejemplo, prevención y minimización de los desechos, establecimiento de inventarios, medidas en situaciones de emergencia;
 - i) Los requisitos para las BAT/BEP que se utilizarán para las tecnologías de destrucción del contenido de COP de los desechos peligrosos y para los vertederos e instalaciones de manejo de desechos; las reglamentaciones que imponen restricciones a la quema a cielo abierto de los contenidos de COP de desechos domésticos; y las reglamentaciones para la eliminación de cenizas (incluida la eliminación de cenizas generadas en la quema de desechos agrícolas);
 - j) La evaluación del impacto ambiental de las nuevas instalaciones en relación con las cuales pueden llegar a ser de importancia los límites de misiones para los PCDD y PCDF.
46. Para más información, véase la parte B de la sección IV de las directrices técnicas generales.

C. Prevención y minimización de los desechos

47. En ambos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, se promueve la prevención y minimización de los desechos. La cuestión de la prevención y minimización de los desechos está siendo examinada por el Grupo de Expertos del Convenio de Estocolmo sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales; a ese respecto, véase también el proyecto de *Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación profesional sobre mejores prácticas ambientales de conformidad con el artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes* (PNUMA, 2006). Se prevé que el texto final de las directrices será aprobado por la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo en abril/mayo de 2007.
48. Probablemente todo lo que se haga para reducir la generación y liberación de PCDD y PCDF también reducirá la generación y liberación de HCB y PCB producidos de forma no intencional y generados por los mismos procesos.
49. La mezcla de desechos que contengan COP por encima de un bajo contenido de COP definido con otro material exclusivamente a los efectos de generar una mezcla con un contenido de COP inferior al bajo contenido de COP definido no es ambientalmente racional. Sin embargo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes del tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficacia del tratamiento.
50. Para más información, véanse el párrafo 6 y la parte C de la sección IV de las directrices técnicas generales, *el Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de dioxinas y furanos* (“el Instrumental normalizado”) (PNUMA, 2005) y el proyecto de directrices sobre mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales del Convenio de Estocolmo a que se hace referencia en el párrafo 47 del presente documento.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

51. Las PCDD y los PCDF, HCB y PCB se pueden encontrar asociados a las industrias, equipo y ubicaciones que figuran a continuación (véanse también las partes II y III del anexo C del Convenio de Estocolmo):

- a) Incineración de desechos;
- b) Hornos de cemento;
- c) Producción de pasta y de papel;
- d) Industrias metalúrgicas;
- e) Calderas domésticas e industriales alimentadas por combustión de combustibles fósiles;
- f) Producción y utilización de ciertos plaguicidas;
- g) Desguace y recuperación de vehículos automotores;
- h) Equipo drenado que contenga residuos líquidos (equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor, motores de combustión interna, equipo para la aplicación de plaguicidas; equipo de desguace de vehículos al final de su vida útil y otros bienes de consumo);
- i) Contenedores drenados con residuos líquidos (tambores de petróleo, bidones de plástico, botellas con plaguicidas, tanques de almacenamiento);
- j) Objetos pintados, con inclusión de madera, cemento y placas para tabiques;
- k) Desechos líquidos orgánicos mezclados (pinturas, colorantes, aceites, disolventes);
- l) Madera tratada o contaminada (contaminada con PCB, impregnada con plaguicidas);
- m) Suelos, sedimentos, rocas y áridos de minas contaminados;
- n) Desechos sólidos contaminados, incluidos escombros;
- o) Fango contaminado;
- p) Aceites contaminados (que están contenidos en motores de combustión interna o que han sido drenados de esos motores y en equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor);
- q) Aguas de desecho contaminadas (efluentes industriales, agua de depuradores y cortinas para el control de la contaminación, aguas de enfriamiento, aguas servidas);
- r) Incineración a cielo abierto e incineración al aire libre de residuos agrícolas, tales como residuos de cosechas, rastrojo y bagazo;
- s) Lixiviado de vertederos.

52. Cabe destacar que ni siquiera técnicos experimentados podrían determinar la naturaleza de un efluente, una sustancia, un contenedor o un equipo por su apariencia o sus marcas. Así pues, tal vez sea útil la información sobre producción, utilización y tipos de desechos que se proporciona en la sección B del capítulo I del presente documento a la hora de detectar PCDD, PCDF, HCB y PCB.

53. Para mayor información, véase el párrafo 1 de la parte D de la sección IV de las directrices técnicas generales.

2. Inventarios

54. Es imposible compilar un inventario completo de todos los desechos que contienen o están contaminados con PCDD, PCDF, HCB y PCB, fundamentalmente debido a la naturaleza tan variada de las emisiones de estos productos químicos.

55. Para mayor información, véase el párrafo 2 de la parte D de la sección IV de las directrices técnicas generales.

E. Muestreo, análisis y vigilancia

56. Para información de carácter general, véase la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

1. Muestreo

57. Para información sobre muestreo, véase el párrafo 1 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

58. Los tipos de matriz que normalmente se toman como muestras para el análisis de PCDD, PCDF, HCB y PCB producidos de forma no intencional incluyen los siguientes:

- a) Gases de descarga derivados de procesos en los que se utilizan altas temperaturas o gases de salida de otros procesos de tratamiento;
- b) Productos químicos y plaguicidas que contienen cloro, especialmente clorofenoles y sus derivados y otros aromáticos clorados;
- c) Bienes de consumo de los que se tiene conocimiento que están contaminados con PCDD o PCDF, tales como papel, textiles, cuero, etc., blanqueados con productos químicos.

2. Análisis

59. Para información sobre el análisis, véase el párrafo 2 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

60. Los análisis para las PCDD y los PCDF, y también para los HCB y PCB como COP producidos de forma no intencional se diferencia del análisis de los COP producidos de forma intencional en que, por lo general, las concentraciones que se habrán de determinar son considerablemente inferiores a las de otros COP. Para ello es necesario un conocimiento especializado particular, así como equipo especial. Por ejemplo, para la cuantificación se pueden utilizar únicamente detectores selectivos de masa. Para la detección en algunas matrices -como las emisiones de gases de combustión o las muestras biológicas (tanto humanas como de alimentos y vegetación)- hace falta una espectrometría de masa de alta resolución en caso de que se quieran obtener resultados aceptables utilizando métodos reconocidos a nivel internacional.

3. Vigilancia

61. Deberán ponerse en práctica programas de observación en relación con las instalaciones de manejo de desechos que contienen o están contaminados con PCDD, PCDF, HCB y PCB. Para más información véase el párrafo 3 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

62. Para información general sobre la manipulación, recolección, el embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento, véanse los dos primeros párrafos de la sección F de las directrices técnicas generales.

1. Manipulación

63. Para información, véase el párrafo 1 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

2. Recolección

64. Es posible que no se detecte en forma adecuada una fracción importante de la totalidad de los inventarios nacionales de desechos que contienen PCDD, PCDF, HCB o PCB, o estén contaminados con ellos.

65. Los costos pueden llegar a ser prohibitivos y los gobiernos nacionales, regionales y municipales deberían considerar la posibilidad de establecer sistemas de recolección y remoción de esos desechos en determinadas situaciones (véase la subsección 1 de la sección I del capítulo IV del presente documento, situaciones de mayor riesgo).

66. En la recolección y los depósitos de desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB o PCB, o estén contaminados con ellos, se debería garantizar que esos desechos se manejan y almacenan por separado de otros desechos.

67. Es imprescindible que los depósitos de recolección no se conviertan en depósitos de largo plazo de desechos que contienen PCDD, PCDF, HCB o PCB, o están contaminados con ellos.

68. Para mayor información, véase el párrafo 2 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

3. Embalaje

69. Los desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB o PCB, o estén contaminados con ellos, deberán embalsarse adecuadamente antes de ser almacenados o transportados:

a) Los desechos líquidos se colocarán en bidones de acero de doble tapón, o en otro tipo de contenedores aprobados;

b) En los reglamentos que rigen el transporte se suelen especificar contenedores de cierta calidad (por ejemplo, de acero calibre 16 con revestimiento interior de resina epóxica; por ello, los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir los requisitos de transporte previendo la posibilidad de que sean transportados en el futuro;

c) El equipo grande drenado se podrá almacenar tal cual o colocarse dentro de un contenedor de gran tamaño (contenedor de contenedores) o envolverse en plástico reforzado, si existiera la posibilidad de fugas;

d) Los equipos pequeños, estén libres de líquido o no, deberán colocarse en tambores con un material absorbente. En un mismo tambor se pueden colocar muchas unidades de equipo pequeños, siempre y cuando esos tambores contengan una cantidad suficiente de material absorbente. Los absorbentes se pueden comprar al pormenor a los proveedores de dispositivos de seguridad. También se puede utilizar aserrín, vermiculita o turba;

e) Para su traslado y almacenamiento los tambores y el equipo se pueden colocar en paletas para elevadoras de horquilla. Los tambores y el equipo deberán asegurarse a las paletas antes del traslado.

70. Para más información, véase el párrafo 3 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

4. Etiquetado

71. Todos los contenedores que contengan desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB o PCB, o que estén contaminados con ellos, deberán llevar en un lugar visible una etiqueta que contenga tanto el rótulo de aviso de peligro como la indicación de los datos específicos del contenedor. Estos datos indicarán el contenido del contenedor (cantidades exactas de peso y volumen), el tipo de desecho, el nombre del lugar del que procede para poder rastrearlo, la fecha de reembalaje, cuando proceda, y el nombre y número de teléfono de la persona responsable.

72. Para más información, véase el párrafo 4 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

5. Transporte

73. Para más información, véase el párrafo 5 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

6. Almacenamiento

74. Los procedimientos de almacenamiento para los PCDD, PCDF, HCB y PCB deberían ser similares a los utilizados en relación con otros COP, dado que las propiedades y la toxicidad son en general similares.

75. Para más información, véase el párrafo 6 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

G. Eliminación ambientalmente racional

1. Tratamiento previo

76. De particular importancia para este tratamiento son las técnicas que se utilizan para separar los COP producidos de forma no intencional de la matriz del desecho. Esas técnicas incluyen el lavado con disolventes y la desorción térmica, dado que en la mayoría de los casos los desechos contaminados con COP producidos de forma no intencional son sustancias sólidas, tales como cenizas volantes y otros residuos derivados de la limpieza de los gases de salida. También puede ser importante la separación del agua y el aceite.

77. Para más información, véase el párrafo 1 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

78. Para una lista de los métodos de destrucción y transformación irreversible, véase el párrafo 2 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente

79. Para información, véase el párrafo 3 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

4. Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP

80. Para información, véase el párrafo 4 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

H. Rehabilitación de lugares contaminados

81. Para información, véase la parte H de la sección IV de las directrices técnicas generales.

I. Salud y seguridad

82. Para información, véase la parte I de la sección IV de las directrices técnicas generales.

1. Situaciones de mayor riesgo

83. En esta sección no se incluyen los HCB y PCB producidos de forma no intencional porque es muy poco probable que se los genere en concentraciones o volúmenes superiores a los generados en la producción intencional.

84. Para mayor información sobre situaciones de mayor riesgo, véase el párrafo 1 de la parte I de la sección IV de las directrices técnicas generales. Las situaciones de mayor riesgo en relación con los PCDD y PCDF pueden ser las siguientes:

- a) Emplazamientos con residuos derivados de los sistemas de control de la contaminación del aire;
- b) Emplazamientos con electrodos de grafito;
- c) Emplazamientos de producción y aplicación de fenoles clorados y sus derivados y fangos y otros desechos derivados de procesos en los que se utiliza cloro elemental;
- d) Consumo de alimentos contaminados con dioxinas.

85. Dado que todo emplazamiento en que se halle PCB también tendrá altas concentraciones de PCDF, véase asimismo la parte I de la sección IV de las directrices técnicas para PCB.

2. Situaciones de menor riesgo

86. Para información sobre situaciones de menor riesgo, véase el párrafo 2 de la parte I de la sección IV de las directrices técnicas generales. Las situaciones de menor riesgo en relación con los PCDD y PCDF pueden incluir instalaciones en que se dan COP producidos de forma no intencional en bajas concentraciones y bajos volúmenes.

J. Medidas para situaciones de emergencia

87. Se deberán establecer planes de medidas para situaciones de emergencia para los desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB o PCB, o estén contaminados con ellos, que estén almacenados, se estén transportando o se encuentren en el sitio de eliminación. En la parte J de la sección IV de las directrices técnicas generales figura información adicional sobre planes de medidas para situaciones de emergencia.

K. Participación de la población

88. Las Partes en el Convenio de Basilea y las Partes en el Convenio de Estocolmo deberán instituir un proceso de participación irrestricta de la población. Para más información, véase la parte K de la sección IV de las directrices técnicas generales.

Anexo

Bibliografía

- OMI, 2002. Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas. Disponible en www.imo.org.
- PNUMA, 2003. *Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente racional de PCB y equipo que contiene PCB*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA 2004a. *Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo*. Disponible en http://www.pops.int/documents/implementation/nips/guidance/guidances/docdirect_esp.pdf.
- PNUMA, 2005: *Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos: segunda edición*, Febrero de 2005. Available at www.pops.int.
- PNUMA, 2006. *Proyecto de directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación profesional sobre mejores prácticas ambientales de conformidad con el artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes*. (Se prevé que el texto final de las directrices será aprobado por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo a mediados de 2007). Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2006a. *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*.
- PNUMA, 2006b. *Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex o toxafeno o HCB como producto químico industrial, o que los contengan o estén contaminados con ellos*.
- PNUMA, 2006c. *Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (DDT)*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA, 2006d. *Directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos*.
- EPA, 2000. Draft exposure and health assessment for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds. Part III: *Integrated summary and risk characterization for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds*. EPA/600/P-00/001Bg. Washington D.C. NCEA Office of Research and Development, EPA.
- Van den Berg, M.; Birnbaum, L.; Bosveld, A. T. C.; Brunström, B.; Cook, P.; Feeley, M.; Giesy, J. P.; Hanberg, A.; Hasegawa, R.; Kennedy, S.W.; Kubiak, T.; Larsen, J. C.; van Leeuwen, F. X. R.; Liem, A. K. D.; Nolt, C.; Peterson, R. E.; Poellinger, L.; Safe, S.; Schrenk, D.; Tillitt, D.; Tysklind, M.; Younes, M.; Wærn, F.; Zacharewski, T., 1998. *Toxic equivalency factors (FETs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife*. Environmental Health Perspectives 106, no. 12, pp. 775–792. Available through www.ehponline.org.
- OMS, 1998. Assessment of the health risks of dioxins: re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI). Resumen ejecutivo de la consulta de la OMS, 25 a 29 de mayo de 1998, Ginebra.

Anexo VI

Actualización de las 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

ÍNDICE

I.	Introducción	148
A.	Ámbito de aplicación	148
B.	Descripción, producción, utilización y desechos	148
1.	Descripción	148
a)	PCB	148
b)	PCT	148
c)	PBB	149
2.	Producción	149
a)	PCB	149
b)	PCT	150
c)	PBB	150
3.	Utilización	150
a)	PCB	150
b)	PCT	151
c)	PBB	151
4.	Desechos	151
II.	Disposiciones pertinentes de los Convenios de Basilea y Estocolmo	152
A.	Convenio de Basilea	152
B.	Convenio de Estocolmo	154
III.	Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que se abordarán en cooperación con el Convenio de Basilea	155
A.	Bajo contenido de COP	155
B.	Niveles de destrucción y transformación irreversible	155
C.	Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional	155
IV.	Orientación sobre manejo ambientalmente racional	155
A.	Consideraciones generales	155
1.	Convenio de Basilea	155
2.	Convenio de Estocolmo	156
3.	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	156
B.	Marco legislativo y regulador	155
C.	Prevención y minimización de los desechos	155
D.	Determinación e inventarios	157
1.	Determinación	157
2.	Inventarios	158
E.	Muestreo, análisis y observación	158
1.	Muestreo	158
2.	Análisis	158
3.	Observación	158
F.	Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento	158
1.	Manipulación	158
2.	Recolección	158
3.	Embalaje	159
4.	Etiquetado	159
5.	Transporte	160
6.	Almacenamiento	160
G.	Eliminación ambientalmente racional	160
1.	Tratamiento previo	160
2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible	160
3.	Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente	160
4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP	160
H.	Rehabilitación de los lugares contaminados	160
I.	Salud y seguridad	160
1.	Situaciones de mayor riesgo	160
2.	Situaciones de menor riesgo	161
J.	Medidas en situaciones de emergencia	161
K.	Participación de la población	161

Anexos

I	Sinónimos y nombres comerciales de los PCB, PCT y PBB	162
II	Bibliografía	163

Abreviaturas y siglas

ABE	copolímeros acrilonitrilo butadieno estireno (plásticos)
CEPE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
COP	contaminantes orgánicos persistentes
HCB	hexaclorobenceno
IPCS	Programa Internacional de Seguridad Química
PBB	bifenilo polibromado
PCB	bifenilo policlorado
PCDD	dibenzoparadioxina policlorada
PCDF	dibenzofurano policlorado
PCN	naftaleno policlorado
PCT	terfenilo policlorado

Unidades de medida

kg	kilogramo
mg	miligramo
Mg	megagramo (1.000 kg o 1 tonelada)
mg/kg	miligramo(s) por kilogramo. Corresponde a las partes por millón (ppm) por masa
ppm	partes por millón

I. Introducción

A. Ámbito de aplicación

1. El presente documento sustituye a las Directrices Técnicas del Convenio de Basilea sobre los desechos que contengan o estén contaminados con PCB, PCT y PBB (Y10) de febrero de 1997.
2. Las presentes directrices técnicas proporcionan orientación para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), que los contengan o estén contaminados con ellos, de conformidad con las decisiones V/8, VI/23, VII/13 y VIII/16 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, las decisiones OEWG-I/4, OEWG-II/10 y OEWG-III/8 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea y teniendo en cuenta la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y las decisiones INC-6/5 y INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos y las decisiones SC-1/21 y SC-2/6 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo.
3. Además de los PCB, las presentes directrices técnicas se ocupan de los terfenilos policlorados (PCT) y los bifenilos polibromados (PBB) as a clase o categoría de sustancias debido a la semejanza entre las propiedades físico-químicas y toxicológicas de estas sustancias. Los temas abordados abarcan el manejo, el tratamiento y la eliminación de los desechos. Cabe señalar que ni los PCT ni los PBB están contemplados en el Convenio de Estocolmo.
4. Estas directrices técnicas no abarcan los PCB producidos en forma no intencional. De ellos se ocupan las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), bifenilos policlorados (PCB) o hexaclorobenceno (HCB), producidos de forma no intencional, o estén contaminados con ellos.
5. El presente documento deberá utilizarse conjuntamente con las directrices técnicas generales *para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos* (directrices técnicas generales) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2006). En ese documento se proporciona información más pormenorizada acerca de la naturaleza y la frecuencia de los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos a los efectos de su identificación y manejo.

B. Descripción, producción, utilización y desechos

1. Descripción

a) PCB

6. Los PCB son compuestos aromáticos formados de manera tal que los átomos de hidrógeno de la molécula de bifenilo (dos anillos de benzeno unidos por una única unión carbono-carbono) pueden ser sustituidos por hasta 10 átomos de cloro. En teoría existen 209 congéneres, aunque en realidad sólo se han encontrado unos 130 congéneres en las formulaciones químicas comerciales (Holoubek 2000). Es característico que de cuatro a seis de los 10 posibles sitios de sustitución estén ocupados por un átomo de cloro (Environment Canada 1988). Los congéneres de PCB con mayor contenido de cloro son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.

7. Los PCB tienen 12 congéneres a los que la Organización Mundial de la Salud ha asignado factores de equivalencia de toxicidad, debido a que exhiben una toxicidad parecida a la de la dioxina.

b) PCT

8. Los PCT constituyen también un grupo de hidrocarburos halogenados. Son muy parecidos en su estructura química a los PCB, salvo que contienen tres cadenas de fenilos en lugar de dos. Por tal motivo, pueden tener hasta 14 átomos de cloro enlazados. El número de posibles congéneres de los PCT es muy grande; sin embargo, en las formulaciones químicas comerciales sólo unos pocos están presentes. Los PCT y los PCB poseen propiedades químicas y físicas muy parecidas. Los PCT son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación. Una diferencia entre los PCT y los PCB es que los PCT en general son menos volátiles.

c) **PBB**

9. Los PBB son los análogos de bromo de los PCB y por ello tienen 209 posibles congéneres. Sin embargo, sólo algunos se encuentran en las formulaciones químicas comerciales (Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS), 1994). Son sustancias sólidas o cerosas a temperatura ambiente. Son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.

10. La Organización Mundial de la Salud no ha asignado factores de equivalencia de toxicidad a las sustancias del grupo de los PCB.

2. **Producción**a) **PCB**

11. Los PCB poseen magníficas propiedades dieléctricas, longevidad, no son inflamables y son resistentes a la degradación térmica y química. Por esta razón, antes de que se les prohibiera en los países, se fabricaban para utilizarlos en equipo eléctrico, intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos y distintas aplicaciones especializadas de otra índole.

12. El principal período de fabricación tuvo lugar entre 1930 y finales del decenio de 1970 en los Estados Unidos de América; hasta 1974 en China (Organismo Estatal de China para la Protección del Medio Ambiente, 2002); hasta principios del decenio de 1980 en Europa y hasta 1993 en Rusia (Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico, 2000); y entre 1954 y 1972 en el Japón.

13. Los PCB se fabricaban en forma de mezclas de congéneres, por ejemplo en la forma de cloración progresiva de cantidades de bifenilo hasta que se alcanzaba determinado porcentaje preestablecido de cloro por peso. Muy pocas veces se utilizaban los PCB de máxima concentración que se fabricaban. Por ejemplo, se les añadía en pequeñas cantidades a la tinta, los plásticos, la pintura y el papel carbón o se les utilizaba en formulaciones de PCB de hasta 70% en el líquido para maquinaria hidráulica, transformadores y calentadores. A temperatura ambiente, la mayoría de ellos son líquidos grasientos o sólidos cerosos.

14. Entre los más conocidos nombres comerciales de los productos que contienen PCB figuran los que se relacionan a continuación. (Para una lista pormenorizada de los nombres comerciales de los PCB y sus sinónimos véanse el anexo I y la sección IV.D del presente informe en relación con las consideraciones relativas a las precauciones que se deben tener al utilizar nombres comerciales en los inventarios.)

Apirolio (Italia)

Aroclor (Estados Unidos)

Clophen (Alemania)

Delor (Checoslovaquia)

Elaol (Alemania)

Fenchlor (Italia)

Kanechlor (Japón)

Fenoclor (Francia)

Pyralene (Francia)

Pyranol (Estados Unidos)

Pyroclor (Estados Unidos)

Santotherm (Japón)

Sovol (URSS)

Sovtol (URSS)

15. En la serie del Aroclor, se colocan cuatro dígitos después de la palabra Aroclor. Los dos primeros dígitos del número corresponden al 10 o al 12. El número 12 indica un Aroclor normal, mientras que el número 10 indica un producto de destilación de un Aroclor. Los otros dos dígitos del código de cuatro indican el porcentaje de cloro existente en la mezcla por peso. De ahí que el Aroclor 1254 contenga aproximadamente 54% de cloro por peso.

16. Los productos y artículos comerciales con PCB se vendían por sus propiedades industriales más que por su composición química (IPCS 1992). Contenían algunas impurezas y se les solía mezclar con

disolventes como el triclorobenceno o el tetraclorobenceno. Los PCB mezclados con triclorobencenos y tetraclorobencenos se denominaban askarel. Los contaminantes en las mezclas comerciales solían ser PCDF y naftalenos clorados. En los estudios realizados se han encontrado de 0,8 miligramos por kilogramo (mg/kg) a 40 mg/kg de PCDF en mezclas comerciales (IPCS 1992). En algunos procesos térmicos y químicos se forman también PCB en forma no intencional.

17. Se ha calculado en 750.000 a 2 millones de toneladas la producción mundial acumulada de PCB.

b) PCT

18. Se fabricaron cantidades mucho más pequeñas de PCT que de PCB y reciben el mismo nombre comercial o parecido. Se utilizaron para los mismos tipos de aplicaciones que los PCB, aunque la mayoría se utilizó en ceras, plásticos, líquidos hidráulicos, pinturas y lubricantes (Jensen y Jørgensen 1983). En los Estados Unidos, los PCT de la serie Aroclor se indican por los dígitos 54 en los dos primeros espacios del código de cuatro dígitos, p.ej. Aroclor 5432, 5442 y 5460 (IPCS 1992). Para ejemplos de nombres comerciales véase el anexo I y la sección IV.D, para los nombres comerciales en la definición y los inventarios.

19. Ejemplos de nombres comerciales son Aroclor (Estados Unidos) y Kanechlor KC-C (Japón).

20. Los PCT se produjeron en los Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia y el Japón hasta principios de los años ochenta, cuando se considera que cesó todo tipo de producción. Se calcula que la producción mundial acumulada fue de unas 60.000 toneladas entre 1955 y 1980 (UNECE 2002).

c) PBB

21. Casi no existe información acerca de la producción de PBB. Se calcula que a nivel mundial se fabricaron al menos 11.000 toneladas de PBB, pero no se dispone de cifras de producción en relación con algunos países que son productores conocidos de PBB (IPCS 1994). Los PBB se fabricaron en los Estados Unidos hasta 1979, en Alemania hasta mediados de los años ochenta y en Francia por lo menos hasta mediados de los años noventa. Tal vez se sigan fabricando PBB en Asia (Lassen, Løkke y Andersen 1999).

22. El primer compuesto de PBB producido fue el hexabromobifenilo, conocido comercialmente como FireMaster en los Estados Unidos. FireMaster se fabricó entre 1970 y 1974. Los análisis han demostrado que FireMaster contenía hasta un 80% de hexabromobifenilo y hasta un 25% de heptabromobifenilo. En Francia se vendía una mezcla comercial de PBB como Adine 0102. En Alemania, se fabricaron y vendieron PBB con alto contenido de bromo como Bromkal 80-9D. Para ejemplos de nombres comerciales véase el anexo I; en la sección IV.D se ofrece un análisis de los nombres comerciales en la identificación y los inventarios.

3. Utilización

a) PCB

23. Los PCB se utilizaron en una muy amplia variedad de aplicaciones industriales y de consumo. La Organización Mundial de la Salud calificó esos usos de completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos (IPCS 1992). Esos usos abarcan:

- a) Sistemas completamente cerrados:
 - i) Transformadores eléctricos;
 - ii) Condensadores eléctricos (incluidas las reactancias de lámparas);
 - iii) Interruptores eléctricos, relés y otros accesorios;
 - iv) Cables eléctricos;
 - v) Motores eléctricos y electroimanes (cantidades muy pequeñas);
- b) Sistemas nominalmente cerrados:
 - i) Sistemas hidráulicos;
 - ii) Sistemas de transmisión de calor (calentadores, intercambiadores de calor);
- c) Sistemas abiertos:

- i) Plastificante en cloruro de polivinilo, neopreno y otras resinas artificiales;
- ii) Ingrediente en pinturas y otros materiales de recubrimiento;
- iii) Ingrediente en tintas y papel de autocopia;
- iv) Ingrediente en adhesivos;
- v) Diluentes de plaguicidas;
- vi) Ingrediente en lubricantes, selladores y material de repello;
- vii) Retardador de llama en telas, alfombras, espuma de poliuretano, etc.;
- viii) Lubricantes (lubricantes para microscopios, guarniciones de frenos, lubricantes para cuchillas, lubricantes de otros tipos).

24. Si bien se define a los transformadores eléctricos que contienen PCB como una aplicación “completamente cerrada”, las prácticas industriales causaron que los PCB pasaran a otros tipos de equipos, lo que creó puntos de contacto adicionales con el medio ambiente. Una práctica común era la de rellenar o recargar con PCB los transformadores que no contenían PCB (aceite mineral) cuando no se disponía de otro líquido.

25. También se añadieron o se eliminaron aceites con PCB junto con líquidos que no contenían PCB, como aceite de calefacción o refrigerantes, líquido para maquinaria hidráulica, líquido de frenos, aceite de motor y combustibles sin especificación. Se conocen numerosas anécdotas de empleados de empresas eléctricas que utilizaban líquidos con PCB para lavarse las manos y se los llevaban a casa para utilizarlos en calentadores domésticos, instalaciones hidráulicas y motores (como lubricante). Dado que la mayoría de las reactancias de lámparas fluorescentes que se fabricaron antes de la prohibición de los PCB contienen este producto químico, muchos hogares y negocios que instalaron lámparas fluorescentes han adquirido PCB sin saberlo.

b) PCT

26. Los PCT se utilizaron en casi exactamente las mismas aplicaciones que los PCB, pero en cantidades mucho más pequeñas. Sin embargo, se conoce poco acerca de las cantidades restantes porque no se han hecho inventarios (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), 2002). Se sabe que se utilizaron muy pequeñas cantidades de PCT en equipos eléctricos (Jensen y Jørgensen, 1983).

c) PBB

27. Los PBB se utilizaban fundamentalmente como retardadores de llamas. Los PBB se añadían a los copolímeros de acrilonitrilo butadieno estireno (plástico) (ABE) (10% de PBB), a las pinturas, lacas y a la espuma de poliuretano (IPCS, 1994).

4. Desechos

28. Los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con éstos se encuentran en algunas formas físicas, entre ellas:

- a) Equipo que contenga o esté contaminado con PCB o PCT (condensadores, disyuntores, cables eléctricos, motores eléctricos, electroimanes, equipo de transmisión de calor, instalaciones hidráulicas, interruptores, transformadores, bombas neumáticas, reguladores de voltaje);
- b) Disolventes contaminados con PCB o PCT;
- c) Vehículos al final de su período útil y fracciones ligeras de trituración (pelusas) que contengan o estén contaminados con PCB;
- d) Desechos de demolición que contengan o estén contaminados con PCB (materiales pintados, revestimientos de piso resinosos, selladores, ventanas selladas);
- e) Aceites consistentes en PCB o PCT, que los contengan o estén contaminados con ellos (fluidos dieléctricos, fluidos de transmisión de calor, líquidos para maquinaria hidráulica, aceites de motor);
- f) Cables eléctricos aislados por polímeros que contengan o estén contaminados con PCB o PBB;

- g) Suelos y sedimentos, rocas y áridos (p.ej. fondo rocoso excavado, grava, material detrítico) contaminado con PCB, PCT o PBB;
- h) Lodo contaminado con PCB, PCT o PBB;
- i) Plásticos que contengan o estén contaminados con PBB y equipo que contiene esos materiales;
- j) Equipo de supresión de incendios que contenga o esté contaminado con PBB;
- k) Contenedores contaminados mediante el almacenamiento de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

29. Cabe observar que las categorías antes mencionadas se aplican a los PCB, que se fabricaron en cantidades mucho más grandes que los PBB o los PCT y se han almacenado como desechos en espera de eliminación. Los PBB y los PCT muy pocas veces se encuentran en grandes cantidades, por lo que posiblemente no formen grandes acumulaciones de desechos.

II. Disposiciones pertinentes de los Convenios de Basilea y Estocolmo

A. Convenio de Basilea

30. En el artículo 1 (“Alcance del Convenio”) se indican los tipos de desechos objeto del Convenio de Basilea. En el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del Convenio de Basilea se establece un proceso que comprenda dos pasos para determinar si un “desecho” es “desecho peligroso” a los efectos del Convenio: en primer lugar, el desecho debe pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio (“Categorías de desechos que hay que controlar”), y en segundo lugar, el desecho debe tener al menos una de las características descritas en el anexo III del Convenio (“Lista de características peligrosas”).

31. En el anexo I se enumeran algunos de los desechos que puedan consistir en PCB, PCT o PBB, contenerlos o estar contaminados con ellos, como son:

- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
- Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
- Y13 Desechos resultantes de la producción y utilización de resinas, látex, plastificantes, colas y adhesivos
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
- Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles
- Y41 Solventes orgánicos halogenados
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de los disolventes halogenados
- Y45 Compuestos órgano halogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44)

32. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una de las características peligrosas descritas en el anexo III – tales como H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)”, H12 “Ecotóxicas”, o H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos” – a menos que, mediante “pruebas

nacionales”, se pueda demostrar que no presentan esas características. Las pruebas nacionales pueden ser útiles para detectar una característica peligrosa específica enumerada en el anexo III hasta que exista una definición completa de la característica peligrosa. Actualmente se están elaborando documentos de orientación para cada una de las características peligrosas descritas en el anexo III con arreglo a lo dispuesto en el Convenio de Basilea.

33. En la lista A del anexo VIII se describen los desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del presente Convenio” aunque la “inclusión de un desecho en el anexo VIII no obsta que se use el anexo III (características peligrosas) para demostrar que un desecho no es peligroso” párrafo b) del anexo I. En la lista B del anexo IX se enumeran los desechos que no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III. Las siguientes categorías de desechos en particular incluidos en el anexo VIII se aplican a los PCB, PCT o PBB:

A1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos¹ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y condensadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110)²

A3180 Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg³

34. En la lista A del anexo VIII se enumeran algunos desechos o categorías de desechos que posiblemente contengan PCB, PCT o PBB o estén contaminados con ellos, a saber:

A1090 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos

A1100 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos

A2040 Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2080)

A2060 Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2050)

A3020 Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados

A3040 Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)

A3050 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B B4020)

A3070 Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo

A3120 Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento

A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados

A3160 Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos

1 En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

2 El nivel de concentración de los PBC es de 50 mg/kg o más.

3 Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. Sin embargo, muchos países han establecido en sus normas niveles más bajos (por ejemplo, 20 mg/kg) para determinados desechos.

A4070	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010)
A4100	Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B
A4130	Envases y contenedores de desechos que contengan sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III
A4140	Desechos consistentes o que contengan productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados ⁴ correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
A4150	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
A4160	Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060)

35. Para más información, véase la parte A de la sección II de las directrices técnicas generales.

B. Convenio de Estocolmo⁵

36. Este documento abarca los PCB producidos intencionalmente cuya producción y utilización habrá que cesar y en su calidad de desechos, deben gestionarse y eliminarse de forma ambientalmente racional, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 3 y 6 y en el anexo A del Convenio de Estocolmo;

37. En la parte II del anexo A, (“Bifenilos policlorados”) se exponen los requisitos concretos relacionados con los PCB, como sigue:

“Cada parte deberá

a) Con respecto a la eliminación del uso de los bifenilos policlorados en equipos (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos residuales) a más tardar en 2025, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes, adoptar medidas de conformidad con las siguientes prioridades:

- i) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 10% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros;
- ii) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga de más de un 0,05% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a los 5 litros;
- iii) Esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,005% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 0,05 litros;

b) Conforme a las prioridades mencionadas en el apartado a), promover las siguientes medidas de reducción de la exposición y el riesgo a fin de controlar el uso de los bifenilos policlorados:

4 “Caducados” significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

5 Esta sección no se aplica a los PCT ni a los PBB.

- i) Utilización solamente en equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación en el medio ambiente pueda reducirse a un mínimo y la zona de liberación pueda descontaminarse rápidamente;
 - ii) Eliminación del uso en equipos situados en zonas donde se produzcan o elaboren de alimentos para seres humanos o para animales;
 - iii) Cuando se utilicen en zonas densamente pobladas, incluidas escuelas y hospitales, adopción de todas las medidas razonables de protección contra cortes de electricidad que pudiesen dar lugar a incendios e inspección periódica de dichos equipos para detectar toda fuga;
- c) Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 2 del artículo 3, velar por que los equipos que contengan bifenilos policlorados, descritos en el apartado a), no se exporten ni importen salvo para fines de gestión ambientalmente racional de desechos;
- d) Excepto para las operaciones de mantenimiento o reparación, no permitir la recuperación para su reutilización en otros equipos que contengan líquidos con una concentración de bifenilos policlorados superior al 0,005%;
- e) Realizar esfuerzos decididos para lograr una gestión ambientalmente racional de desechos de los líquidos que contengan bifenilos policlorados y de los equipos contaminados con bifenilos policlorados con un contenido superior al 0,005%, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 6, tan pronto como sea posible pero a más tardar en 2028, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes;
- f) En lugar de lo señalado en la nota ii) de la parte I del presente anexo, esforzarse por identificar otros artículos que contengan más de un 0,005% de bifenilos policlorados (por ejemplo, revestimientos de cables, calafateado curado y objetos pintados) y gestionarlos de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 6;
- g) Preparar un informe cada cinco años sobre los progresos alcanzados en la eliminación de los bifenilos policlorados y presentarlo a la Conferencia de las Partes con arreglo al artículo 15”.

38. Para más información, véase la parte B de la sección II de las directrices técnicas generales.

III. Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que se abordarán en cooperación con el Convenio de Basilea⁶

A. Bajo contenido de contaminantes orgánicos persistentes (COP)s

39. La definición provisional de bajo contenido de COP para los PCB es 50 mg/kg⁷. Para más información, véase la parte A de la sección III de las directrices técnicas generales.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

40. Para la definición provisional de los niveles de destrucción y transformación irreversible, véase la parte A de la sección III de las directrices técnicas generales.

C. Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional

41. Véase la sección G del capítulo IV, *infra* y la sección IV.G de las directrices técnicas generales.

IV. Orientación sobre manejo ambientalmente racional

A. Consideraciones generales

1. Convenio de Basilea

42. Uno de los principales medios para la promoción del MAR es la preparación y difusión de directrices técnicas, como el presente documento y las directrices técnicas generales. Para más información, véase la sección 4.1.1 de las directrices técnicas generales.

6 Esta sección no se aplica a los PCT ni a los PCB.

7 Determinada con arreglo a métodos y normas nacionales o internacionales.

43. Las Partes que estén planificando o examinando un programa nacional de MAR deberán consultar, entre otras cosas, el documento de orientación del Convenio de Basilea “*Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB*” (PNUMA 2003a).

2. Convenio de Estocolmo

44. En el Convenio de Estocolmo no figura una definición del término “manejo ambientalmente racional”. Ahora bien, la Conferencia de las Partes, en cooperación con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea, habrá de determinar los métodos ambientalmente racionales de eliminación de desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

45. Las Partes deberán consultar el documento “*Guía para el desarrollo de un plan nacional de aplicación (PNA) del Convenio de Estocolmo*” (PNUMA 2005).

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

46. Para más información sobre la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y el MAR, véase el párrafo 3 de la parte A de la sección IV de las directrices técnicas generales.

B. Marco legislativo y regulador

47. Las Partes en los Convenios de Basilea y Estocolmo deberán examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales, incluso los que guarden relación con el MAR de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, para cerciorarse de que estén en consonancia con las disposiciones y obligaciones previstas en el Convenio.

48. Entre los elementos de un marco regulador aplicable a los PCB, PCT y PBB podrían figurar los siguientes:

- a) Base legislativa para la protección del medio ambiente que establezca límites de liberaciones y criterios de calidad en relación con el medio ambiente;
- b) Prohibición de fabricar, vender, importar y exportar (para su utilización) los PCB, PCT y PBB;
- c) Fechas para eliminar definitivamente los PCB que se mantengan en servicio, en el inventario o en el almacén;
- d) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;
- e) Especificaciones para los contenedores, los equipos, los contenedores a granel y los locales de almacenamiento;
- f) Especificación de los métodos analíticos y de muestreo aceptables para los PCB, PCT y PBB;
- g) Requisitos para las instalaciones de manejo y eliminación de desechos;
- h) Un requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, las políticas, los certificados de aprobación, las licencias, la información sobre el inventario y los datos sobre emisiones nacionales;
- i) Requisitos para la determinación y rehabilitación de los lugares contaminados;
- j) Requisitos relativos a la salud y protección de los trabajadores;
- k) Otros posibles controles legislativos (como para la prevención y minimización de los desechos, establecimiento de inventarios y medidas en situaciones de emergencia).

49. Probablemente para muchos países la tarea legislativa de mayor repercusión sea la de decidir el momento en que se eliminarán los PCB (y en menor medida los PCT y los PBB), dado que la mayoría de ellos cuentan ya con alguna forma de marco legislativo en relación con los PCB.

50. Para más información, véase la parte B de la sección IV de las directrices técnicas generales.

C. Prevención y minimización de los desechos

51. En ambos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, se promueve la prevención y minimización de los desechos, aunque en el Convenio de Estocolmo se propone la eliminación

completa de los compuestos de PCB. Los PCB, los PCT y los PBB deberán sacarse de servicio y eliminarse de manera ambientalmente racional.

52. Se deberán reducir al mínimo las cantidades de desechos que contengan estos compuestos mediante aislamiento y separación de las fuentes a fin de prevenir que se mezclen con las demás corrientes de desechos y las contaminen. Por ejemplo, los PCB utilizados en los equipos eléctricos, los materiales pintados, revestimientos de piso resinosos, selladores y ventanas selladas pueden contaminar grandes cantidades de desechos de demolición si no se les separa antes de la demolición.

53. La mezcla de desechos que contengan PCB por encima de un bajo contenido de COP definido con otro material exclusivamente a los efectos de generar una mezcla con contenido de COP inferior al bajo contenido de COP definido no es ambientalmente racional. Sin embargo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes del tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficacia del tratamiento.

54. Para más información, véase el párrafo 6 y la parte C de la sección IV de las directrices técnicas generales.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

55. Los PCB, los PCT y los PBB se han encontrado históricamente en varios lugares, entre ellos:

- a) Instalaciones eléctricas: transformadores, condensadores, interruptores, reguladores de voltaje, disyuntores, circuitos de carga y cables;
- b) Instalaciones industriales: transformadores, condensadores, reguladores de voltaje, disyuntores, circuitos de carga, líquidos para transmisión de calor, líquidos para maquinaria hidráulica y sistemas de supresión del fuego;
- c) Sistemas ferroviarios: transformadores, condensadores, reguladores de voltaje y disyuntores;
- d) Actividades mineras subterráneas: líquidos para maquinaria hidráulica y bobinas de conexión a tierra;
- e) Instalaciones militares: transformadores, condensadores, reguladores de voltaje, líquidos para maquinaria hidráulica y sistemas de supresión del fuego;
- f) Edificios residenciales/comerciales: condensadores, disyuntores, circuitos de carga y sistemas de supresión del fuego; piezas de relleno y juntas elásticas, cola de sellar; pinturas; hormigón y yeso;
- g) Laboratorios de investigación: bombas neumáticas, circuitos de carga, condensadores y disyuntores;
- h) Plantas de fabricación de productos electrónicos: bombas neumáticas, circuitos de carga, condensadores y disyuntores;
- i) Instalaciones de descarga de aguas residuales: bombas neumáticas y motores de pozo;
- j) Estaciones de servicio automotor: aceite reutilizado.

56. Cabe destacar que ni siquiera técnicos experimentados podrían determinar la naturaleza de un efluente, una sustancia, un contenedor o la pieza de un equipo por su apariencia o sus marcas. Por regla general, un equipo con PCB, por ejemplo, no lleva una etiqueta según el tipo de fluido dieléctrico que contiene. Los inspectores peritos tal vez puedan determinar el contenido original a partir de otra información que figure en el rótulo de fábrica utilizando manuales de orientación como *Directrices para la Identificación de PCB y materiales que contengan PCB* (PNUMA 1999) o poniéndose en contacto con el fabricante.

57. Tal vez sea útil la información sobre producción, utilización y tipos de desechos que se proporciona en la sección I.B del presente informe a la hora de determinar el contenido de PCB, PCT y PBB.

58. Para más información, véase el párrafo 1 de la parte D de la sección IV de las directrices técnicas generales.

2. Inventarios

59. Es imposible compilar un inventario completo de todos los PCB, PCT y PBB, fundamentalmente debido a la naturaleza tan variada del uso de estos productos químicos (p.ej., en tintas, plastificantes, pintura, retardadores de las llamas en pequeños componentes y lubricantes).

60. Para más información, véase el párrafo 2 de la parte D de la sección IV de las directrices técnicas generales.

E. Muestreo, análisis y observación

61. Para información general véase la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

1. Muestreo

62. Para información sobre muestreo véase el párrafo 1 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

63. Los tipos de matrices que se muestrean para los análisis de PCB, PCT y PBB se indican a continuación.

- a) Askarel (PCB y PCT) líquido de los transformadores u otro equipo o en su almacenamiento a granel;
- b) Aceite mineral de los transformadores contaminados con PCB o en su almacenamiento a granel;
- c) Aceite de motor de desecho y otros aceites, combustibles y líquidos orgánicos de desecho;
- d) Supresores y retardadores de fuego líquidos (PBB);

2. Análisis

64. Para información sobre el análisis, véase el párrafo 2 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

65. Para los PCB, tal vez resulte especialmente indicado determinar la presencia de PCB similares a la dioxina. Para ello deben emplearse métodos como los utilizados para el análisis de PCDD/PCDF aceptados a nivel internacional.

66. A los efectos de detección, existen instrumentales de análisis para la cuantificación de PCB en aceites y suelos (a base de inmunoanálisis o de detección de cloro). Si el resultado es negativo, no hace falta un análisis para confirmar la presencia de PCB. Si el resultado es positivo, se ha de llevar a cabo un análisis químico confirmante o podrá considerarse que el desecho contiene PCB o está contaminado con ellos.

3. Observación

67. Deberán ponerse en práctica programas de observación en relación con las plantas de manejo de desechos consistentes en PCB, PCT y PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos. Para más información véase el párrafo 3 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales.

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

68. Para información general sobre la manipulación, recogida, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento véase el primer párrafo de la sección F de las directrices técnicas generales.

1. Manipulación

69. Para información, véase el párrafo 1 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

2. Recolección

70. Es posible que una fracción importante de los inventarios nacionales totales de PCB, PCT y PBB se encuentre en pequeñas cantidades en manos de pequeños empresarios y propietarios de viviendas (por ejemplo en las resistencias de carga de lámparas fluorescentes que contengan PCB, otros pequeños dispositivos eléctricos, intercambiadores de calor y calentadores que contengan líquidos con

PCB o PCT, PBB en sistemas de supresión del fuego, contenedores pequeños de productos puros y existencias en pequeñas cantidades). Los poseedores de pequeñas cantidades tienen dificultades para eliminar estos materiales. Por ejemplo, tal vez en los reglamentos se exija que se inscriban como generadores de desechos, posiblemente las consideraciones logísticas impidan o desalienten la recolección (p.ej. no se permite o se dispone de sistema de recolección de desechos industriales en las zonas residenciales) y los costos podrían ser prohibitivos. Los gobiernos nacionales, regionales y municipales deberían considerar la posibilidad de establecer centros de recolección para esas pequeñas cantidades, de manera que los poseedores de pequeñas cantidades no tengan que ocuparse por su cuenta del transporte y la eliminación.

71. Los medios de recolección y los depósitos de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán ser distintos de los de cualesquiera otros desechos.

72. Existe la necesidad imperiosa de que los depósitos de recolección no se conviertan en instalaciones permanentes de almacenamiento de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con éstos. El riesgo de perjuicio para la salud humana y el medio ambiente es mayor cuando las cantidades de desechos son grandes, incluso en condiciones de almacenamiento adecuado, que en el caso de cantidades pequeñas dispersas en una amplia zona.

73. Para más información, véase el párrafo 2 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

3. Embalaje

74. Los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán embalarse adecuadamente antes de ser almacenados o transportados:

a) Los desechos líquidos se colocarán en bidones de acero de doble tapón, o en otro tipo de contenedores aprobados;

b) En los reglamentos que rigen el transporte se suelen especificar contenedores de cierta calidad (p.ej. de acero calibre 16 revestidos por dentro con resina epóxica/polímero). Por ello, los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir los requisitos de transporte dada la posibilidad de que sean transportados en el futuro;

c) El equipo grande drenado se podrá almacenar tal cual o colocarse dentro de un contenedor de gran tamaño (contenedor de contenedores) o forrarse con un plástico reforzado, si se quieren evitar las fugas;

d) Las piezas pequeñas de los equipos, estén libres de líquido o no, deberán colocarse en bidones con un material absorbente. En un mismo bidón se pueden colocar muchas piezas pequeñas de un equipo, siempre y cuando contenga una cantidad suficiente de material absorbente. Los absorbentes se pueden comprar al menudeo a los proveedores de dispositivos de seguridad. También se puede utilizar aserrín, o turba;

e) Los bidones y el equipo se pueden colocar en plataformas de carga que puedan ser trasladadas por montacargas de horquilla y almacenadas. Los bidones y el equipo deberán amarrarse a las plataformas antes del traslado.

75. Para más información, véase el párrafo 3 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

4. Etiquetado

76. Todos los contenedores y equipos que contengan o estén contaminados con PCB, PCT o PBB deberán llevar en lugar visible una etiqueta que contenga tanto el rótulo de aviso de peligro como la indicación de los datos específicos del equipo o el contenedor. Estos datos deberían indicar el contenido del contenedor o el equipo (cantidades exactas de equipos o volumen de líquido), el tipo de desecho, el nombre del sitio en el que se originó para poder hacer rastreos, la fecha en que se volvió a embalar, cuando proceda, y el nombre y número de teléfono de la persona responsable.

77. Para más información, véase el párrafo 4 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

5. Transporte

78. Para más información, véase el párrafo 5 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

6. Almacenamiento

79. Si bien muchos países han adoptado reglamentos o elaborado directrices en para el almacenamiento de PCB, la mayoría no cuenta con reglamentos ni orientaciones específicas para el almacenamiento de los PCT y los PBB. No obstante, cabe suponer que los procedimientos para el almacenamiento sean parecidos, dado que las propiedades y la toxicidad de los PCT y los PBB son muy parecidas. La práctica recomendada suele diferir en cierta medida de un país a otro, pero existen muchos elementos comunes para el almacenamiento de estos desechos en condiciones de seguridad.

80. Para más información, véase el párrafo 6 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

G. Eliminación ambientalmente racional

1. Tratamiento previo

81. El seccionamiento y la trituración de condensadores a los fines de reducir su tamaño debería llevarse a cabo sólo inmediatamente antes de la destrucción en instalaciones especiales.

82. Para información sobre el tratamiento previo, véase el párrafo 1 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

83. Para información, véase el párrafo 2 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente

84. Para información, véase el párrafo 3 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

4. Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP

85. Para información, véase el párrafo 4 de la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

H. Rehabilitación de los lugares contaminados

86. Para información, véase la parte H de la sección IV de las directrices técnicas generales.

I. Salud y seguridad

87. Para más información, incluida información sobre la diferencia entre situaciones de mayor y menor riesgo, véase la parte I de la sección IV de las directrices técnicas generales.

1. Situaciones de mayor riesgo

88. Para información sobre situaciones de mayor riesgo, véase el párrafo 1 de la parte I de la sección IV de las directrices técnicas generales. Las situaciones de mayor riesgo en relación con los PCB, PCT o PBB son:

a) Salas de equipos eléctricos donde haya transformadores, disyuntores o condensadores con PCB grandes o en gran número;

b) Lugares en los que se hayan utilizado transformadores, disyuntores, equipo hidráulico o bombas de vacío con PCB, o se haya hecho el mantenimiento de esos equipos.

2. Situaciones de menor riesgo

89. Para información sobre situaciones de menor riesgo, véase el párrafo 2 de la parte I de la sección IV de las directrices técnicas generales. Las situaciones de menor riesgo en relación con los PCB, PCT o PBB son:

- a) Situaciones en las que se trata sólo de productos o artículos que contengan o estén contaminados con PCB en pequeñas cantidades o bajas concentraciones (p.ej. reactancias que contengan PCB en los dispositivos fluorescentes);
- b) Transformadores eléctricos u otro equipo que utilice aceite mineral contaminado con poca cantidad de PCB;
- c) Artículos de consumo que contengan PCB para retrasar la combustión.

J. Medidas en situaciones de emergencia

90. Se deberán establecer planes de medidas en situaciones de emergencia para los PCB, PBB y PCT que se encuentren en servicio, almacenamiento, transporte y en algún vertedero. En la parte J de la sección IV de las directrices técnicas generales y en el "*Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB*" (PNUMA 2003a) figura información adicional sobre planes de medidas en situaciones de emergencia.

K. Participación de la población

91. Las Partes en el Convenio de Basilea o en el de Estocolmo deberán instituir un proceso de participación irrestricta de la población. Para más información, véase la parte K de la sección IV de las directrices técnicas generales.

Anexo I

Sinónimos y nombres comerciales de los PCB, PCT y PBB

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales ⁸
PCB	Abestol, Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio (Italia), Apirorio, Areclor, Arochlor, Arochlors, Aroclor/Arochlor(s) (EE.UU.), Arubren, Asbestol (EE.UU), Ask/Askarel/Askael, Auxol, Bakola, Biclors, Blacol (Alemania) bifenilo, Clofen (Alemania), Cloresil, Chlophen, Cloretol, Chlorextol (EE.UU), Clorofina, Clorinal/Clorinol, bifenilo clorado, difenilo clorado, clorobifenilo, clorodifenilo, Clorofeno (Polonia), Clorofeno, Chorextol, Chorinol, Clofen/Clophenharz (Alemania), Cloresil, Clorinal, Clorphen, Crophene (Alemania), Decaclorodifenilo, Delofet O-2, Delor (Eslovaquia), Delor/Del (Eslovaquia), Delorene, Delorit, Delotherm DK/DH (Eslovaquia), Diaclor (EE.UU), Diarol, Dicolor, Diconal, Disconon, DK (Italia), Ducanol, Duconal, Duconol, Dykanol (EE.UU), Dyknol, Educarel, EEC-18, Elaol (Alemania), Electrophenyl, Elemex (EE.UU), Elinol, Eucarel, Euracel, Fenchlor (Italia), Fenchlor (Italia), Fenocloro, Gilotherm, Hexol, Hivar, Hydeler, Hydol, Hydrol, Hyrol, Hyvol (EE.UU), Inclor, Inerteen (EE.UU), Inertenn, Kanechlor (Japón), Kaneclor, Kennechlor (Japón), Kenneclor, Leromoll, Magvar, MCS 1489, Montar, Monter, Nepoli, Nepolin, Niren, NoFlamol, No-Flamol (EE.UU), Non-Flamol, Olex-sf-d, Orophene, Pheaoclor, Pheneclor, Phenochlor, Fenoclor (Francia), Plastivar, difenilo policlorado, difenilos policlorados, policlorobifenilo, policlorodifenilo, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene (Francia), Pyranol (EE.UU.), Pyroclor (EE.UU.), Pyrochlor, Pyronol, Safe-T-Kuhl, Saft-Khuhl, Saf-T-Kohl, Saf-T-Kuhl (EE.UU), Santosol, Santotherm (Japón), Santothern, Santovac, Sat-T-America, Siclonyl, Solvol, Sorol, Soval, Sovol (Rusia), Sovtol, Tarnol (Polonia), Terphenychlore, Thermanal, Therminol, Turbinol
PCT	Aroclor (EE.UU.), Clophen Harz (W), Cloresil (A,B,100), Electrophenyl T-50 y T60, Kanechlor KC-C (Japón), Leromoll, Fenoclor, Pydraul
PBB	Adine 0102, BB-9, Berkflam B ₁₀ , Bromkal 80, Firemaster BP-6, Firemaster FF-1, Flammex B-10, hbb, hexabromobifenilo, HFO 101, obb, BB-8

⁸ La lista de nombres comerciales no pretende ser exhaustiva.

Anexo II

Bibliografía

- AMAP (Arctic Monitoring y Assessment Programme). 2000. *Multilateral co-operative project on phase-out of PCB use and management of PCB-contaminated wastes in the Russian Federation – Phase I: Arctic Monitoring and Assessment Programme*. Oslo, Noruega.
- CEPE (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa). 2002. *Report on production and use of PCT (proyecto)*. Preparado por el Grupo de Expertos de la CEPE sobre COP.
- Environment Canada. 1988. *Polychlorinated biphenyls (PCB) – Fate and effects in the Canadian environment*. Environment Canada report EPS 4/HA/2, Mayo de 1988.
- Holoubek, I. 2000. *Polychlorinated biphenyls (PCB) world-wide contaminated sites*. Descargado en www.recetox.chemi.muni.cz/PCB/content173.htm.
- IPCS (Programa Internacional de Seguridad Química). 1992. *Criterios de Salud Ambiental 140: bifenilos policlorados y terfenilos policlorados*. Publicado por el PNUMA, la OIT y la OMS, Ginebra.
- IPCS (Programa Internacional de Seguridad Química). 1994. *Criterios de Salud Ambiental 152: bifenilos polibromados*. Publicado por el PNUMA, la OIT y la OMS, Ginebra.
- Jensen, A.A. y K.F. Jørgensen. 1983. *Polychlorinated terphenyls (PCT) uses, levels and biological effects*. *Sci. Total Environ.* 27:231–250.
- Lassen, C., S. Løkke y L.I. Andersen. 1999. *Brominated flame retardants – substance flow analysis and assessment of alternatives*. Environmental Project No. 494, Danish EPA, Copenhagen. Disponible en www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default_eng.htm.
- OMI (Organización Marítima Internacional). 2002. *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas*. Disponible en www.imo.org.
- Organismo Estatal de China para la Protección del Medio Ambiente. 2002. *Terms of reference: Development of a PCB inventory methodology and a draft strategy on PCB reduction and disposal in China (draft)*. Documento preparado para el Banco Mundial. Beijing (China).
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1995a. *Manual para la Aplicación del Convenio de Basilea*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1999. *Guidelines for the identification of PCBs and materials containing PCBs*. Disponible en www.chem.unep.ch.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003. *Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB*. Disponible en www.basel.int.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2005. *Guía para el desarrollo de un plan nacional de aplicación (PNA) del Convenio de Estocolmo*. Disponible en www.pops.int.
- PNUMA, 2006, *Directrices técnicas generales para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos*. Disponible en www.basel.int.