

Orientación

Metodología Orientativa Para Fortalecer La Colaboración Con Las Oficinas Nacionales De Estadística A Fin De Colmar Las Lagunas Existentes En Los Datos Sobre Los COP y La Información Conexa

GGKP, 2024



EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento no reflejan necesariamente las opiniones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), la Green Growth Knowledge Partnership (GGKP), la Secretaría del Convenio de Estocolmo, las partes interesadas en el proyecto o los países del proyecto.

En caso de cualquier incoherencia o conflicto entre la información contenida en este material no vinculante y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), el texto del Convenio tiene prioridad, teniendo en cuenta que la interpretación del Convenio de Estocolmo sigue siendo prerrogativa de las Partes.

Si bien se han hecho esfuerzos razonables para garantizar que el contenido de esta publicación sea objetivamente correcto y esté debidamente referenciado, el FMAM, el GGKP y los colaboradores individuales no aceptan responsabilidad alguna por la exactitud o integridad del contenido y no serán responsables de ninguna pérdida o daño que pueda ocasionarse, directa o indirectamente, por el uso o la confianza en el contenido de esta publicación.

Esta versión en español ha sido traducida por GGKP con la asistencia de un traductor profesional (Carissa Martinez). Si bien se ha hecho todo lo posible para garantizar la precisión de la traducción, en caso de discrepancias o inconsistencias, prevalecerá la versión original en inglés (GGKP (2024). *Guiding Methodology for Strengthening Collaboration with National Statistical Offices to Address Gaps in POPs Data and Related Information*. Geneva: Green Growth Knowledge Partnership) sobre todas sus versiones traducidas.

Cita recomendada: [GGKP \(2024\). Metodología Orientativa Para Fortalecer La Colaboración Con Las Oficinas Nacionales De Estadística A Fin De Colmar Las Lagunas Existentes En Los Datos Sobre Los COP y La Información Conexa. Ginebra: Green Growth Knowledge Partnership.](#) Esta cita garantiza el reconocimiento y la atribución adecuados de acuerdo con las normas aplicables.

AGRADECIMIENTOS

Esta orientación ha sido elaborado en el marco del proyecto GEF ID 10785 titulado «Desarrollo, revisión y actualización a escala mundial de los Planes Nacionales de Aplicación (PNA) en el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)» y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

El autor de este informe es el Dr. Roland Weber, consultor internacional especializado en contaminantes orgánicos persistentes (COP) y planes nacionales de aplicación para la reducción y el control de los COP, con contribuciones significativas de la Subdivisión de Productos Químicos y Salud del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La Green Growth Knowledge Partnership (GGKP) facilitó el diseño, la composición y la difusión de este informe, garantizando su accesibilidad y alineación con los objetivos mundiales de intercambio de conocimientos.

El FMAM es una conjunto de fondos dedicados a hacer frente a la pérdida de biodiversidad, el cambio climático, la contaminación y las amenazas a la salud de la tierra y los océanos. Sus subvenciones, financiación combinada y apoyo a las políticas ayudan a los países en desarrollo a abordar sus principales prioridades medioambientales y a cumplir los convenios internacionales sobre medio ambiente. En las últimas tres décadas, el FMAM ha proporcionado más de 23.000 millones de dólares y movilizado 129.000 millones de dólares en cofinanciación para más de 5.000 proyectos nacionales y regionales.

El GGKP es una comunidad mundial de organizaciones y expertos comprometidos con la colaboración para generar, gestionar y compartir conocimientos sobre el crecimiento verde. Liderado por el Global Green Growth Institute (GGGI), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Grupo del Banco Mundial, el GGKP reúne a más de 90 organizaciones asociadas. Para más información, visite www.greengrowthknowledge.org.

Índice

Lista de figuras	3
Lista de tablas	4
Lista de cuadros	4
Abreviaturas y acrónimos	6
1 Introducción	8
1.1 Antecedentes y objetivo	8
1.2 Enfoque de estas orientaciones	8
1.2.1 Vinculación con otras actividades y documentos de orientación de las Naciones Unidas para generar datos relevantes	9
1.2.2 Vinculación con el Marco para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales (FDES)	9
1.2.3 Enfoque integrado con inventario y gestión de los COP que contienen plásticos	10
1.2.4 Sinergia con el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y sustancias que agotan la capa de ozono (SAO).....	10
1.2.5 Consideraciones sobre la recuperación de recursos y la gestión de residuos..	10
1.3 Fuentes de datos nacionales e internacionales.....	11
1.4 Recopilación de datos.....	11
2 Suministro de datos para el inventario de AEE/RAEE y los COP relacionados	12
2.1 Introducción	12
2.1.1 Los COP y los recursos en los AEE/RAEE	12
2.1.2 Otros productos químicos preocupantes incluidos en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos	13
2.2 Estadísticas nacionales en apoyo del inventario de los COP (y GEI, SAO) para AEE/RAEE	14
2.2.1 Importaciones y exportaciones de AEE/RAEE, códigos HS y base de datos UN Comtrade.....	14
2.2.2 Marco para el desarrollo de estadísticas medioambientales (FDES)	15
2.2.3 Consideraciones sobre un inventario global de plásticos y recursos del sector de los AEE y RAEE	16
2.3 Fuentes de información internacionales.....	16
2.3.1 Base de datos UN Comtrade	16
2.3.2 Estadísticas mundiales sobre AEE y RAEE	17
3 Suministro de datos para el inventario del sector del transporte y los COP relacionados	17
3.1 Introducción	17
3.1.1 Los COP y los recursos en el sector del transporte.....	17
3.1.2 Otros productos químicos preocupantes enumerados en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos.....	18
3.2 Estadísticas nacionales para apoyar el inventario de los COP (y GEI, SAO) en el sector del transporte.....	19
3.2.1 Vehículos (coches, autobuses y camiones) en uso.....	19
3.2.2 Otros medios de transporte (trenes, aviones y barcos)	20
3.2.3 Información sobre el comercio de piezas de recambio.....	21
3.2.4 Consideraciones sobre un inventario global de plásticos y recursos del sector del transporte	21

3.3	Fuentes de información internacionales	22
3.3.1	Vehículos matriculados	22
3.3.2	Marco para el desarrollo de estadísticas medioambientales (FDES)	22
4	Suministro de datos para el inventario de COP en edificios y construcciones	23
4.1	Introducción	23
4.1.1	COP en el sector de la construcción	23
4.1.2	Otros productos químicos preocupantes incluidos en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos	24
4.2	Estadísticas nacionales en apoyo del inventario de COP (y GEI y SAO) para edificios y construcción	24
4.2.1	Aislamiento de EPS/XPS y HBCD y decaBDE relacionados utilizados en la construcción	25
4.2.2	Espuma PUR y rellenos de espuma PUR y los relacionados COP en uso.....	26
4.2.3	PVC y uso relacionado de PCCC/MCCP y decaBDE.....	26
4.2.4	Otros polímeros que contienen COP u otros CoC.....	27
4.2.5	Cables y los COP relacionados en la construcción	27
4.2.6	Sellantes y adhesivos y contaminantes orgánicos persistentes relacionados utilizados en la construcción	28
4.2.7	Consideraciones para un inventario global de plásticos y recursos en el sector de la construcción.....	28
4.2.8	Recopilación de información sobre la madera utilizada en la construcción y los contaminantes orgánicos persistentes relacionados con ella, así como sobre otras sustancias peligrosas.....	29
4.3	Fuentes de información internacionales	29
4.3.1	Base de datos UN Comtrade	29
4.3.2	Informe sobre la situación mundial de los edificios y la construcción	29
5	Datos de inventario de PCB (y PCN)	30
5.1	Introducción	30
5.2	Base de datos nacional para el inventario de transformadores, condensadores y aceites usados relacionados	31
5.2.1	Transformadores PCB	31
5.2.2	Condensadores PCB	32
5.2.3	Disyuntores.....	33
5.3	Sistemas hidráulicos en minería y otros sectores	33
5.4	Base de datos nacional para el inventario de PCB en edificios y construcciones....	33
6	Información nacional sobre plaguicidas COP, COP industriales y no intencionales y lugares contaminados relacionados	34
6.1	Antecedentes	34
6.2	Base de datos nacional y SIG para los lugares contaminados por COP	34
6.3	Lugares contaminados por plaguicidas COP	36
6.3.1	Lugares de producción de plaguicidas COP	36
6.3.2	Existencias de plaguicidas COP y lugares contaminados relacionados	36
6.3.3	Uso de pesticidas COP.....	36
6.4	Lugares contaminados con los PCB	36
6.4.1	Antiguos lugares de producción de PCB y vertederos asociados.....	37
6.4.2	Industrias que han utilizado los PCB en la producción.....	37
6.4.3	Industrias que han utilizado, mantenido y/o almacenado equipos que contienen PCB	37

6.4.4	Gestión de residuos y vertederos de equipos y aceites con PCB.....	37
6.5	Residuos de PBDE, HBB y HBCD y sitios y puntos críticos contaminados	37
6.5.1	Antiguos centros de producción de PBDE y HBCD y vertederos asociados	38
6.5.2	Industrias que han utilizado PBDE o HBCD en la producción	38
6.5.3	Gestión y eliminación de residuos que contienen PBDE y HBCD	38
6.6	Sitios contaminados con PFOS, PFOA, PFHxS y compuestos afines.....	38
6.6.1	Lugares de producción de PFOS/PFOA y vertederos asociados	38
6.6.2	Industrias que han utilizado PFOS, PFOA o sustancias afines en la producción	39
6.6.3	Usos abiertos de los PFOS en espumas contra incendios y perforaciones petrolíferas.....	39
6.6.4	Usos abiertos de PFOS y PFOA y sustancias afines en plaguicidas.....	39
6.6.5	Gestión de residuos y vertederos de PFOS/PFOA y sustancias afines.....	40
6.7	Inventario de fuentes de emisión y lugares contaminados por PCDD/PCDF y otros COP no intencionales (UPOP)	40
6.7.1	Antecedentes.....	40
6.7.2	Recopilación de datos para el inventario de fuentes de COP no intencionales	41
6.7.3	Inventario y recopilación de datos sobre PCDD/PCDF y otros lugares contaminados por UPOP	41
7	Recomendaciones para mejorar el marco de datos de apoyo a los inventarios de COP	42
7.1	Fortalecer la Oficina Nacional de Estadística y el Sistema Estadístico Nacional (SEN)	42
7.2	Consideraciones sobre un inventario global de plásticos y recursos de los tres sectores.....	44
7.3	Desarrollo de estadísticas sólidas para AEE/RAEE, el sector del transporte y el sector de la construcción	44
7.4	Otros productos químicos preocupantes incluidos en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos	45
7.5	Elaboración de un catálogo nacional de residuos que incluya códigos para los residuos que contengan COP	46
7.6	Recomendación sobre la información pertinente para el desarrollo de la base de datos sobre los equipos y edificios que contienen los PCB	47
7.7	Recomendación sobre bases de datos de información de lugares contaminados por COP	47
7.8	Mejora de los informes personalizados y de los Códigos HS de los datos de Comtrade	47
Referencias		49

Lista de figuras

Figura 1: Evaluación de los contaminantes orgánicos persistentes en el ciclo de vida de los vehículos y los residuos plásticos y el reciclado correspondientes.....	20
--	----

Lista de tablas

Tabla 1: Hexa/heptaBDE (de c-OctaBDE) y decaBDE en polímeros en categorías de AEE relevantes (PNUMA 2021b; datos de la UE; Wäger et al. 2010; Hennebert y Filella 2018)	12
Tabla 2: Exenciones específicas para el decaBDE en piezas para uso en vehículos (PNUMA 2021b)	18
Tabla 3: Polímeros en la construcción y aditivos COP relacionados (PNUMA 2021b, 2021c con adiciones)	23
Tabla 4: Equipos que contienen PCB según su aplicación y ubicación (PNUMA 2021e).....	30

Lista de cuadros

Cuadro 1: Información sobre las principales categorías de AEE/RAEE que debería estar disponible para estimar los PBDE (y otros aditivos COP) en los AEE/RAEE de plástico (PNUMA 2021b)	15
Cuadro 2: Fórmula de cálculo para estimar inicialmente la cantidad de plástico en los AEE/RAEE (PNUMA 2021b)	16
Cuadro 3: Información sobre vehículos matriculados en el ONS o en el Ministerio de Transportes.....	20
Cuadro 4: Fórmula de cálculo para la estimación inicial del plástico en los vehículos (PNUMA 2021b)	21
Cuadro 5: Información necesaria de la ONE o del sector de la construcción sobre el uso de EPS/XPS y HBCD.....	26
Cuadro 6: Información necesaria de la ONE o del Ministerio de la Construcción sobre la espuma de poliuretano y los materiales de relleno.....	26
Cuadro 7: Información necesaria de la ONE o del Ministerio de la Construcción sobre el PVC en la construcción	27
Cuadro 8: Información necesaria de la ONE o del Ministerio de la Construcción sobre PP y EP en la construcción	27
Cuadro 9: Información necesaria de un INE o del Ministerio de Construcción/Vivienda sobre los cables en la construcción	27
Cuadro 10: Información necesaria de una ONE o del Ministerio de Construcción/Vivienda sobre selladores y adhesivos	28
Cuadro 11: Información de base de datos recomendada para transformadores y condensadores sospechosos/verificados de PCB	32
Cuadro 12: Información recomendada de la base de datos para lugares sospechosos y verificados de estar contaminados por COP	35
Cuadro 13: Principales categorías de fuentes de PCDD/PCDF y otros lugares contaminados por UPOP	42
Cuadro 14: Recomendación para reforzar la recopilación y gestión de datos de la ONE y el SEN	42
Cuadro 15: Recomendación para un inventario global de plásticos en los tres principales sectores de plásticos relacionados con los COP	44
Cuadro 16: Recomendación para elaborar estadísticas sólidas sobre los AEE/RAEE, el transporte y el sector de la construcción	44

Cuadro 17: Recomendación sobre un enfoque integrado para la evaluación de los COP y otros CoC incluidos en los AAM.....	45
Cuadro 18: Recomendación sobre la evaluación, el desarrollo o la mejora del catálogo nacional de residuos, incluidas las categorías de residuos que contienen COP	46
Cuadro 19: Recomendación sobre el uso del código SA y los informes personalizados	48

Abreviaturas y acrónimos

ABS	Acrilonitrilo-butadieno-estireno
FFFF	Espuma formadora de película acuosa
ASR	Residuos de trituradoras de automóviles
ATSDR	Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades
MTD/MPA	Mejores técnicas disponibles/mejores prácticas medioambientales
Residuos C&D	Residuos de construcción y demolición
c-PentaBDE	Éter de pentabromodifenilo comercial (contiene tetraBDE y pentaBDE)
c-OctaBDE	Éter de octabromodifenilo comercial (contiene hexaBDE y heptaBDE)
c-DecaBDE	Éter de decabromodifenilo comercial (contiene decaBDE; BDE209)
CFC	Clorofluorocarburos
TRC	Tubo de rayos catódicos
CoC	Productos químicos preocupantes
decaBDE	Éter de decabromodifenilo
EEE	Equipos eléctricos y electrónicos
VFU	Vehículo al final de su vida útil
EPS	Poliestireno expandido
ESM	Gestión ambientalmente racional
FDES	Marco para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales
GESP	Asociación Mundial para las Estadísticas sobre Residuos Electrónicos
GEI	Gases de efecto invernadero
PCG	Potencial de calentamiento global
HBB	Hexabromobifenilo
HBCD	Hexabromociclododecano
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
hexaBDE	Éter de hexabromodifenilo
heptaBDE	Éter de heptabromodifenilo
HFC	Hidrofluorocarburos
HIPS	Poliestireno de alto impacto
SA	Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías; "Sistema Armonizado".
TIC	Tecnología de la información y la comunicación
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
LCD	Pantalla de cristal líquido
AMUMA	Acuerdos multilaterales sobre medio ambiente
MFA	Ánalisis del flujo de materiales (MFA por sus siglas en inglés)
PCCM	Parafinas cloradas de cadena media
ONE	Oficina Nacional de Estadística
PNA	Plan Nacional de Aplicación
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
HAP	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
PBDE	Éter difenílico polibromado
PCB	Bifenilos policlorados
PCNs	Naftalenos policlorados
PCP	Pentaclorofenol

PE	Polietileno
PEN	Red de eliminación de PCB
PFHxS	Ácido perfluorohexanoico; perfluorohexanoato
PFOA	Ácido perfluorooctanoico; perfluorooctanoato
PFOS	Ácido perfluorooctanosulfónico; sulfonato de perfluorooctano
pentaBDE	Éter de pentabromodifenilo
PIR	Poliisocianurato
COP	Contaminantes orgánicos persistentes
PP	Polipropileno
PUR	Poliuretano
PS	Poliestireno
PVC	Cloruro de polivinilo
QA/QC	Garantía de calidad/Control de calidad
RoHS	Restricción de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos; Directiva de la UE
SAICM	Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional
SC	Convenio de Estocolmo
PCCC	Parafinas cloradas de cadena corta
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SLCP	Contaminante climático de vida corta;
TBBPA	Tetrabromobisfenol A
tetraBDE	éter de tetrabromodifenilo
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
UNFC	Clasificación Marco de Recursos de las Naciones Unidas
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UNITAR	Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones
UNU	Universidad de las Naciones Unidas
UNSD	División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD por sus siglas en inglés)
USEPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
wt	peso
XPS	Poliestireno extruido

1 Introducción

1.1 Ámbito y objetivo

La experiencia de establecer prioridades para la gestión de los COP en los países de ingresos bajos y medios y presentar informes sobre el estado de aplicación del Convenio de Estocolmo se caracteriza por la frecuente falta de datos e inventarios sólidos (PNUMA 2018). A menudo, faltan datos básicos tales como la cantidad de residuos electrónicos y de los plásticos relacionados o datos sobre vehículos al final de su vida útil (VFU). Además, los datos suelen estar dispersos en diferentes instituciones, lo que dificulta el acceso de los equipos encargados de los inventarios de los COP. En el mejor de los casos, los principales datos necesarios para los inventarios de los COP estarían disponibles en la Oficina Nacional de Estadística (ONE).¹ La ONE se define como el principal organismo estadístico que desempeña la función de coordinación dentro del sistema estadístico nacional y es responsable del desarrollo, la producción y la difusión de estadísticas oficiales en múltiples ámbitos estadísticos (UN DESA 2019).

Sería ideal que los datos relevantes para los Acuerdos Multilaterales sobre Medio Ambiente (AMUMA), como los datos para realizar los inventarios, estuvieran disponibles en una agencia de este tipo. Esto incluiría datos relevantes para los inventarios de los COP, el establecimiento de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y los inventarios de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Una entidad central de este tipo podría coordinar mejor los datos y las sinergias entre los mismos. También puede haber datos que estén mejor alojados en otras instituciones, que trabajan directamente con determinados productos y equipos que contienen COP (por ejemplo, en el caso de los PCB, el sector de los servicios públicos dispone de una base de datos sobre transformadores; véase la sección 5.2) y están en la mejor posición para realizar las actualizaciones de datos sobre ellos.

Esta orientación ofrece información y estrategias para fortalecer la colaboración con las Oficinas Nacionales de Estadística (ONE) y otras instituciones responsables con el fin de abordar las lagunas de información identificadas en relación con los datos sobre los COP o la información relevante que respalde las calculaciones estos datos (por ejemplo, para el sector de la electrónica, el sector del transporte y los vehículos importados/en uso/ al final su de vida útil, etc.). Incluye recomendaciones para fortalecer el diálogo con las ONE y otras instituciones responsables para mejorar y complementar la producción de estadísticas nacionales relevantes a los datos sobre los COP para la revisión y actualización del Plan Nacional de Aplicación (PNA).

1.2 Enfoque de estas orientaciones

La Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (Secretaría BRS) ha desarrollado, y sigue mejorando de manera continua, una base global de conocimientos, compuesto por información y herramientas, alimentada y utilizada de todos la membresía de la comunidad del centro de intercambio de información. Las áreas prioritarias definidas por las Conferencias de las Partes incluyen información sobre planes y estrategias nacionales:

- gestión ambientalmente racional de productos químicos y residuos peligrosos y de otro tipo
- inventarios de flujos de residuos prioritarios, para residuos como los electrónicos, los de mercurio y los de COP, y directrices técnicas conexas
- tráfico ilegal
- los COP incluidos en los Anexos A, B y/o C del Convenio de Estocolmo

¹ Los países pueden utilizar terminologías diferentes.

- sustancias químicas incluidas en el Anexo III del Convenio de Rotterdam

Aunque en la última década se han establecido sinergias entre los Convenios BRS, existen otras sinergias específicas entre los inventarios de COP y otras actividades de inventario en las que pueden explorarse sinergias:

1.2.1 Vinculación con otras actividades y documentos de orientación de las Naciones Unidas para generar datos relevantes

Existen otros productos químicos preocupantes (CoC por sus siglas en inglés) para los cuales que se han establecido actividades de inventario o que son necesarias para una gestión adecuada, como el inventario de GEI o el inventario de mercurio, que se llevan a cabo en el marco de la CMNUCC, el Protocolo de Montreal y el Convenio de Minamata. Cuando proceda, se establecen vínculos entre los inventarios de los COP y los inventarios de los GEI o mercurio presentes en la misma categoría de productos y residuos (por ejemplo, espumas aislantes de edificios, vehículos o equipos eléctricos y electrónicos y residuos relacionados).

Algunos de los datos necesarios para el inventario de COP están relacionados con categorías de productos y residuos que contengan recursos relevantes, como metales críticos o plásticos importantes para la economía circular (PNUMA 2009, Comisión Europea 2017). La Clasificación Marco de las Naciones Unidas para Recursos (UNFC) lanzó una iniciativa sobre recursos antropogénicos. Estas actividades aún no han dado lugar a la elaboración de documentos de orientación sobre los inventarios, pero sí a algunos estudios de casos (UNFC 2022).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) también cuentan con indicadores relacionados con los productos químicos y los residuos como:

- Indicador 12.4.1: Información transmitida mediante los convenios sobre productos químicos y residuos
- Indicador 12.4.2: Residuos peligrosos generados y tratados
- Indicador 12.5.1: Tasa nacional de reciclaje

La información sobre los inventarios de los COP también es relevante para determinados informes sobre los ODS.

1.2.2 Vinculación con el Marco para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales (FDES)

La División de Estadísticas de las Naciones Unidas (UNSD por sus siglas en inglés) ha desarrollado un Marco para el Desarrollo de Estadísticas Ambientales (FDES) (UN DESA 2013). El FDES 2013 es un marco estadístico conceptual, flexible y polivalente, completo e integral. Define el alcance de las estadísticas medioambientales y proporciona una estructura de organización para orientar su recopilación y compilación, así como para sintetizar los datos procedentes de diversas áreas temáticas y fuentes, abarcando las cuestiones y los aspectos del medio ambiente que son relevantes para realizar análisis, formular políticas y tomar decisiones (UN DESA 2013). El FDES 2013 se destina a una amplia comunidad de usuarios, incluidos los estadísticos medioambientales de las ONE, los ministerios y organismos medioambientales, así como otros productores de estadísticas medioambientales. Ayuda a definir las funciones de los distintos productores de datos, y por lo tanto facilitar la coordinación a distintos niveles. Aunque los COP y otros contaminantes como el mercurio o las SAO no se consideran específicamente (por ejemplo, en la encuesta y el cuestionario de la UNSD y el PNUMA (2022) para el FDES), se tratan de forma más amplia en la parte del cuestionario sobre los residuos peligrosos (UNSD y PNUMA 2022).

1.2.3 Enfoque integrado con inventario y gestión de los COP que contienen plásticos

La mayoría de los COP industriales incluidos en los Convenios se utilizaban y se utilizan como aditivos en plásticos como retardantes de llama (PBDE, HBCD, HBB, Dechlorane Plus), como plastificantes (SCCP, MCCP), estabilizadores UV (UV-328) o como parte de los fluoropolímeros de cadena lateral (PFOS, PFOA, PFHxS). Al pasar ahora a una economía circular para la gestión del plástico mediante el establecimiento de un tratado mundial sobre el plástico (PNUMA 2022a), se aumentará el reciclaje de los plásticos. La separación y la gestión ambientalmente racional (ESM) de los plásticos que contienen los COP brindan la oportunidad de reciclar la fracción plástica no impactada y la recuperación potencial de energía de la fracción plástica que contiene los COP (PNUMA 2021a; PNUMA 2023).

Los principales sectores de uso de plásticos que contienen COP son los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), el del transporte y el de la construcción, en los que se utiliza en conjunto más de 1/3 de todos los plásticos.² Sólo una parte de estos plásticos contiene COP y muchos de estos COP se han eliminado progresivamente y ya no se utilizan, pero siguen presentes en artículos o productos en uso o al final de su vida útil. Por lo tanto, es un enfoque útil desarrollar un inventario global de plásticos que contenga información sobre plásticos afectados y no afectados en estos principales sectores de uso de estos.

La gestión de los plásticos en los edificios, los AEE/RAEE y el sector del transporte no sólo debe abarcar la presencia de COP en una parte de estos plásticos, sino también las SAO, los GEI, el plomo, el cadmio y el mercurio (GGKP 2024a). Un inventario global de los plásticos y estas sustancias para una oportunidad para las sinergias y una mejora global de la gestión del plástico.

El plástico es también uno de los principales combustibles para la quema al aire libre de residuos en los países de renta baja y media. La quema al aire libre es una fuente principal de emisión no intencional de los COP y una fuente relevante de emisión de carbono negro (contaminante climático de vida corta (CCVC) que absorbe la luz), CO₂ y material particulado. Para minimizar la emisión de los COP no intencionales, la realización de los inventarios y la gestión de todas las categorías de plásticos son de suma importancia y pueden vincularse a los inventarios de los COP.

1.2.4 Sinergia con el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y sustancias que agotan la capa de ozono (SAO)

El documento muestra los vínculos entre los inventarios de COP y los inventarios de la CMNUCC y el Protocolo de Montreal sobre las SAO. Esto es de relevancia particular para el sector de la electrónica (véase la sección 2), el sector del transporte (véase la sección 3), y el sector de la construcción (véase la sección 4), que son sectores importantes para los aditivos COP en los plásticos y las reservas de SAO/GEI con alto potencial de calentamiento global (PCG) (CFC, HCFC y HFC) y SAO.

1.2.5 Consideraciones sobre la recuperación de recursos y la gestión de residuos

Algunos de los sectores del inventario de los COP, tales como el sector del transporte, el sector de la construcción y los AEE/RAEE, contienen grandes recursos como metales o plástico. Estos tres sectores podrían contener más del 50% de todas las existencias actuales de plástico de un país debido a su larga vida útil (Patel et al. 1998) y también una gran parte de las existencias de metales (Agencia Alemana de Medio Ambiente 2021). Para promover la recuperación de recursos procedentes de los residuos (Purnell et al. 2019), una base de datos nacional sobre los principales sectores inventariados por una ONE podría incluir contaminantes y recursos. Esta base de datos podría servir de base para promover una economía circular limpia al mejorar

² Dado que el plástico de estos tres sectores tiene una larga vida útil, es probable que las existencias de plástico de estos tres sectores representen más del 50% de todas las existencias de plástico en uso.

la recuperación de recursos (incluidos los plásticos) y la gestión de los COP y otros CoC (GGKP 2024a).

1.3 Fuentes de datos nacionales e internacionales

Este documento proporciona orientación sobre la recopilación de información para el desarrollo de inventarios de los COP. Enfatiza el fortalecimiento de la cooperación con la ONE y otras partes interesadas gubernamentales y nacionales que puedan poseer datos pertinentes para el inventario de los COP. Esto incluye fuentes de datos administrativos (por ejemplo, registro de vehículos) y fuentes de datos estadísticos, como encuestas.

Además, algunos informes y enfoques internacionales recopilan datos internacionales que pueden utilizarse para elaborar inventarios de los COP. Por ejemplo, la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) publican informes sobre datos mundiales y regionales sobre residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) (<https://ewastemonitor.info>). Del mismo modo, existen recopilaciones internacionales de datos sobre vehículos/coches en uso³ que podrían utilizarse si a nivel nacional el acceso a los datos es difícil o no es posible.

1.4 Recopilación de datos

Para los inventarios de los COP se necesita una serie de datos que la ONE y otras instituciones gubernamentales y partes interesadas podrían poseer o sobre los que los ministerios u organismos competentes podrían informar para su futura recopilación. Este documento proporciona algunas recomendaciones prácticas para la recopilación de información para los inventarios de COP industriales para algunos de los principales sectores de uso en los que los datos estadísticos nacionales son importantes. Estos incluyen:

- Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y sus residuos relacionados (RAEE) (véase la sección 2)
- Sector del transporte y vehículos al final de su vida útil (VFU) (véase la sección 3)
- Sector de la construcción (véase la sección 4)
- Equipos que contienen los bifenilos policlorados (PCB) (véase la sección 5)
- Plaguicidas contaminantes orgánicos persistentes y lugares contaminados por contaminantes orgánicos persistentes industriales y no intencionales (véase la sección 6)

Para todos los sectores, la eliminación en vertederos desempeña un papel y se recomienda incluir la eliminación de los COP en la medida en que se considere (por ejemplo, Análisis de Flujo de Materiales y Sustancias (MFA/SFA por sus siglas en inglés)).

El documento proporciona más información sobre los COP más importantes utilizados en estos sectores, incluidos:

- PBDEs incluidos en 2009 incluyendo tetraBDE/pentaBDE (c-PentaBDE) y hexaBDE/heptaBDE (c-OctaBDE); DecaBDE incluido en 2017
- HBCD
- PCCC y COP que posiblemente son PCCM
- PCB
- PCP y otros plaguicidas COP utilizados en el sector de la construcción; sitios contaminados por plaguicidas
- Sitios contaminados por los COP para los grupos de COP

³ Recopilación de datos recientes con referencias https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_vehicles_per_capita

Para facilitar la lectura, la información clave se destaca en Cuadros en las secciones siguientes, incluidos los principales datos necesarios para los inventarios de los COP. En la sección 7 se resumen las recomendaciones para mejorar el marco de datos para apoyar los inventarios de los COP.

2 Suministro de datos para el inventario de AEE/RAEE y los COP relacionados

2.1 Introducción

2.1.1 Los COP y los recursos en los AEE/RAEE

Los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son uno de los flujos de residuos de más rápido crecimiento. Los residuos electrónicos contienen recursos como valiosos metales ferrosos y no ferrosos (aluminio, cobre, hierro, oro, plata, platino) y plásticos reciclables (por ejemplo, acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), poliestireno de alto impacto (HIPS), polipropileno (PP)), pero también una serie de COP (PBDE, HBCD, PCCC, PCB, Declorano Plus, UV-328) y un candidato a COP (PCCM) (GGKP 2024a) que pueden resultar en contaminación si no se les aplica la gestión ambientalmente racional. Los COP están presentes principalmente como aditivos en la fracción plástica. Los AEE/RAEE tienen un contenido medio de plástico de aproximadamente el 20%, con varias categorías de AEE que tienen contenidos de plástico más elevados (véase la Tabla 1).

Del total de los residuos electrónicos generados en la actualidad, sólo está documentado que se ha recogido y reciclado el 17,4%, y se desconoce el destino del 82,6% restante (Forti et al., 2020). Esto indica que a escala mundial, es necesario mejorar la gestión de los residuos electrónicos basada en estadísticas nacionales sólidas.

Las diferentes categorías de AEE tienen diferentes contenidos de PBDE y otros retardantes de llama COP debido a los diferentes riesgos de inflamabilidad (Charbonnet et al. 2020). Para la orientación sobre inventarios de PBDE (PNUMA 2021b), se han recopilado factores de impacto para las categorías de AEE/RAEE más relevantes, destacando las categorías de AEE/RAEE con mayor contenido de decaBDE y hexaBDE/heptaBDE (a partir de c-OctaBDE) (Tabla 1). Los polímeros plásticos de los RAEE también podrían contener otros retardantes de llama COP, pero en concentraciones más bajas (GGKP 2024a; Taverna et al. 2017). Por lo tanto, es necesario generar datos sobre el uso actual de estas categorías de AEE y sus residuos relacionados, particularmente para los tubos de rayos catódicos (televisores y ordenadores), televisores LCD, aparatos de calefacción, tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) y equipos de consumo (Tabla 1). Esto define los datos que se deben recopilar específicamente en la base de datos de la ONE para apoyar los inventarios de los COP en los AEE/RAEE cuando se recopilen datos nacionales generales sobre AEE/RAEE en el marco de un inventario nacional del mismo (Forti et al. 2018) o para elaborar estadísticas nacionales sobre los RAEE, según las recomendaciones de las Naciones Unidas (UNSD y PNUMA 2022).

Tabla 1 : Hexa/heptaBDE (de c-OctaBDE) y decaBDE en polímeros en categorías de AEE relevantes (PNUMA 2021b; datos de la UE; Wäger et al. 2010; Hennebert y Filella 2018)

Categoría de AEE pertinente	Fracción polimérica total (media)	\sum Contenido medio de hexa/heptaBDE en plásticos	Contenido de decaBDE (media) en plásticos
	$f_{\text{Polímero}}$ [en % en peso]	$C_{\sum \text{hexa/heptaBDE;Polímero}}$ en [kg/tonelada]*.	$C_{\text{decaBDE;Polímero}}$ en [kg/tonelada]*

Categoría de AEE pertinente	Fracción polimérica total (media)	Σ Contenido medio de hexa/heptaBDE en plásticos	Contenido de decaBDE (media) en plásticos
Aparatos de refrigeración/congelación**; lavadoras	25%	<0.05	<0.05
Aparatos de calefacción	30%	<0.05	0.8
Pequeños electrodomésticos	37%	<0.05	0.17
Equipos TIC sin monitores	42%	0.12	0.8
Carcasas de monitores CRT	30%	1.37	3.2
Equipos de consumo sin monitores	24%	0.08	0.8
Carcasas de monitores CRT	30%	0.47	4.4
Televisores de pantalla plana (LCD)	37%	0.009	2.7

* Los bajos contenidos provisionales de COP de Basilea para los PBDE son de 1000 mg/kg (1 kg/t) o 500 mg/kg (0,5 kg/t) o 50 mg/kg (0,050 kg/t); el límite RoHS para el total de PBDE es de 1 kg/tonelada o 0,1 % en peso (wt).

**Los aparatos de refrigeración y congelación tienen un bajo contenido de COP, pero contienen otros CoC, en particular CFC, HCFC y HFC.

Los aparatos electrónicos en los que se conocen cantidades más elevadas de PBDE son, en particular, los televisores CRT y los monitores CRT de los ordenadores (véase la Tabla 1). Otros AEE/RAEE de alto riesgo en los que los PBDE están presentes en cantidades relevantes son, los televisores LCD o los aparatos de calefacción.

2.1.2 Otros productos químicos preocupantes incluidos en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos

Existen categorías específicas de AEE/RAEE que adicionalmente contienen otros CoC incluidos en otros AMUMA (GGKP 2024a) en los que existe sinergia de desarrollo de datos e inventarios, como:

- Se necesitan datos sobre aparatos de refrigeración/congelación y acondicionadores de aire que contengan varios GEI (CFC, HCFC, HFC), así como datos sobre disyuntores y commutadores (hexafluoruro de azufre (SF₆) para el inventario de GEI para la CMNUCC (IPCC 2019; GGKP 2024a).
- Los mismos aparatos, pero más antiguos, contienen SAO (CFC, HCFC) y el inventario del banco de SAO (GIZ 2017; GGKP 2024a).
- Los datos sobre los AEE/RAEE que contienen mercurio requieren un cuidado especial en la gestión del final de su vida útil. Es esencial evitar que estos aparatos, o los residuos generados, acaben en hornos de cemento donde se libera mercurio al aire (Waltisberg y Weber 2020).

La información detallada sobre la cantidad de categorías de AEE/RAEE que contienen estos CoC y COP se incluiría mejor en una base de datos nacional para una planificación adecuada de la gestión ambientalmente racional de las respectivas categorías.

2.2 Estadísticas nacionales en apoyo del inventario de los COP (y GEI, SAO) para AEE/RAEE

Los datos sobre importación de AEE/RAEE, sus usos y existencias actuales y los aparatos al final de su vida útil (RAEE) deberían estar disponibles a nivel nacional mediante la ONE u otra institución adecuada que sea capaz de proporcionar y actualizar la información necesaria para elaborar los inventarios de COP para el Convenio de Estocolmo, el inventario de GEI para la CMNUCC, el inventario de SAO para el Protocolo de Montreal, el inventario de mercurio para el Convenio de Minamata o la presentación de informes relacionados con Convenio de Basilea. La Universidad de las Naciones Unidas (UNU) publicó un documento de orientación, con el título «Guidelines on Classification Reporting and Indicators for E-waste Statistics» (Forti et al. 2018), que puede utilizarse para desarrollar una base de datos que incluya datos sobre categorías de AEE/RAEE. Esta contendría información sobre las categorías con mayores niveles de COP (Tabla 1), GEI, SAO o mercurio.

2.2.1 Importaciones y exportaciones de AEE/RAEE, códigos HS y base de datos UN Comtrade

Las estadísticas de comercio exterior (importación y exportación) de productos se registran conforme al Sistema Armonizado (SA) de Designación y Codificación de Mercancías (códigos HS) elaborado por la Organización Mundial de Aduanas. Prácticamente todos los países recopilan datos nacionales según la clasificación del SA. La División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD) recopila los datos y los publica en la base de datos Comtrade⁴ (Forti et al. 2018). Hay alrededor de 270 códigos HS relevantes para los AEE (Forti et al. 2018). En el anexo 1 de las directrices de la UNU para las estadísticas sobre residuos electrónicos (Forti et al. 2018) figura una lista de los códigos del SA relacionados con las UNU-KEYS. Para aquellos países sin una (gran) producción de AEE, los datos de importación a largo plazo se pueden utilizar para calcular la cantidad de AEE y RAEE presentes en el país, teniendo en cuenta la vida útil media de los equipos. Recientemente se recopiló esta información sobre la importación de AEE en Nigeria desde 1990 hasta 2022 y se calculó la cantidad total de de plásticos y COP importados en las categorías de EEE pertinentes (Babayemi et al. 2025). En el caso de los países con mayor producción de AEE, es necesario tener en cuenta la producción total y la proporción de AEE vendidos en el país y exportados para elaborar los datos estadísticos de la cantidad de AEE en el mercado nacional.

La ONE puede combinar los datos de importación y producción para generar una visión general de los AEE que entran en el mercado y de las principales categorías de AEE en uso o reservas, así como aquellas categorías relevantes para los inventarios de COP. Las encuestas sobre AEE en uso pueden proporcionar datos si no se dispone de estos o mejorar la calidad ellos.

Basándose en los datos de importación y uso de los AEE y la vida útil de estos (Wang et al. 2021) de las distintas categorías de AEE, una institución nacional de investigaciones con capacidad para desarrollar un análisis de flujos de materiales (MFA) puede calcular la cantidad de RAEE generada. Estos cálculos de MFA pueden compararse con los datos de RAEE procedentes de los informes de gestión de residuos del país. Mediante esta evaluación, se pueden determinar los índices de recogida de RAEE y compararlos con la estimación de la Asociación Mundial de Estadísticas sobre Residuos Electrónicos para los RAEE del país⁵ o contribuir a esta base de datos internacional.

⁴ <https://comtrade.un.org>

⁵ <https://globalewaste.org/country-sheets>

Cuadro 1 : Información sobre las principales categorías de AEE/RAEE que deberían estar disponibles para calcular las cantidades de los PBDE (y otros aditivos COP) en el plástico de AEE/RAEE (PNUMA 2021b)

Para realizar un **inventario de PBDE/POPs**, la cantidad de las principales categorías de AEE que contienen PBDEs debe recopilarse en una base de datos nacional de AEE/RAEE como:

- televisores LCD de pantalla plana y otros aparatos LCD de pantalla plana
- carcásas de TRC restantes en el país
- otros equipos TIC
- otros equipos de consumo
- otras categorías de AEE (también los pertinentes para el inventario de GEI y SAO, como los equipos de congelación/refrigeración o los acondicionadores de aire)
- de RAEE pertinentes generados en el país

Se recomienda disponer de una sólida base de datos de inventarios de AEE y RAEE en la ONE.

Fórmula de cálculo para estimar los PBDE en el plástico de AEE/RAEE (véase PNUMA 2021b).

En el documento de orientación sobre los inventarios para los COP sectoriales, se recopilan factores de impacto iniciales para varios otros COP pertinentes a los plásticos procedentes de los RAEE pero aún no se ha hecho lo mismo para las categorías individuales de los AEE y RAEE. (GGKP 2024a).

2.2.2 Marco para el desarrollo de estadísticas medioambientales (FDES)⁶

La División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) contribuyen al desarrollo de la Base de Datos Internacional de Estadísticas Medioambientales de la UNSD con una recopilación bienal de datos. Este Marco de las Naciones Unidas para el Desarrollo de las Estadísticas Ambientales (FDES) incluye (véase la sección 1.2.2) un Subcomponente 3.3 «Producción y gestión de residuos» con estadísticas sobre la cantidad y las características de los residuos (incluidos los residuos electrónicos) (UNDESA 2019) para la generación de datos estadísticos nacionales. La División de Estadística de las Naciones Unidas y el PNUMA proporcionan una estructura para facilitar la identificación y recopilación de estadísticas sobre los residuos, incluidas las estadísticas sobre residuos electrónicos con un cuestionario actualizado (División de Estadística de las Naciones Unidas y PNUMA 2022). En el mejor de los casos, la ONE rellenaría los datos nacionales de este cuestionario basándose en los datos disponibles en la base de datos de la ONE. Al ampliar ligeramente los niveles de detalle para la recogida de información sobre las categorías de AEE/RAEE (véase la tabla 1), la base de datos de la ONE o de un ministerio responsable de RAEE y AEE (uso/importación) incluiría información que proporciona datos pertinentes para los inventarios de COP (tabla 1) y los datos más generales para FDES (véase el Cuadro 1).

Además, una base de datos de AEE/RAEE en la ONE podría incluir información sobre los principales contaminantes (COP, mercurio, GEI, SAO) y recursos para las diferentes categorías de AEE/RAEE como base para promover una economía circular limpia que tenga como objetivo la recuperación de recursos y la gestión de COP y otros CoC (GGKP 2024a).

⁶ La estructura del FDES vincula las estadísticas sobre residuos a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), lo que facilita la integración con las estadísticas económicas. Es posible vincularla aún más al Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) y al Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SEEA).

2.2.3 Consideraciones sobre un inventario global de plásticos y recursos del sector de los AEE y RAEE

Se calcula que el 4% de la producción mundial de plástico se utiliza en el sector de los AEE (Geyer et al. 2017). Pero debido a la mayor vida útil de los AEE en comparación con, por ejemplo, los envases de plástico, el sector de los AEE representa hasta el 8 % del plástico presente en un país (Patel et al 1998; Van Eygen et al. 2017) y, por tanto, es relevante para el inventario y la gestión nacionales del plástico.

Los datos sobre las principales categorías de AEE/RAEE que contienen los COP/PBDE (Tabla 1) o las estimaciones del MFA también pueden utilizarse para calcular la cantidad total de plásticos. Un cálculo inicial del plástico total en los AEE/RAEE del país puede basarse en la cantidad total de AEE/RAEE del país y en un contenido medio de plástico del 20% (PNUMA 2021b).

Cuadro 2 : Fórmula de cálculo para determinar inicialmente la cantidad de plástico en los AEE/RAEE (PNUMA 2021b)

Fórmula de cálculo para determinar la cantidad total de plástico en los RAEE a partir del contenido medio de plástico: **MPlástico = RAEE x 0,20**,

Dónde:

- Mplastic es la cantidad total de plástico [en toneladas] (en aparatos eléctricos y electrónicos (AEE))
- MEEE es la cantidad de AEE [en toneladas] (importadas, presentes en reservas o que entran en el flujo de residuos)
- El contenido medio de plástico es del 20%

Nota: Aunque el contenido medio de plástico de los AEE/RAEE es del 20%, las distintas categorías de RAEE tienen un contenido de plástico diferente (véase Tabla 1). Basándose en los datos específicos de las distintas categorías de AEE/RAEE, se puede estimar el contenido de plástico de cada una de ellas, lo que puede resultar útil, por ejemplo, para estimar el potencial de reciclado cuando también se incluye información sobre el tipo de plástico.

Los datos estadísticos detallados sobre los AEE/RAEE pueden utilizarse para realizar los inventarios y mejorar la gestión y recuperación de recursos valiosos como metales preciosos (por ejemplo, oro, paladio, platino) o metales críticos (por ejemplo, antimonio, berilio, cobalto, germanio e indio) (PNUMA 2009; Comisión Europea 2017), véase también la sección 7.2.

2.3 Fuentes de información internacionales

La ONE y otras instituciones nacionales pueden comparar sus datos nacionales con los de las estadísticas internacionales sobre AEE y RAEE.

2.3.1 Base de datos UN Comtrade

Como ya se ha indicado (Sección 2.2.1), la base de datos UN Comtrade contiene datos sobre importaciones y exportaciones de los países. Dado que los datos se generan a nivel nacional y se comunican desde el país, los detalles se describen anteriormente en el apartado de datos nacionales (Sección 2.1.1) y en la Sección 4.3.1. La base de datos Comtrade se ha utilizado, para estimar la importación total de COP y AEE plásticos a Nigeria y calcular los plásticos relacionados y los COP contenidos (Babayemi et al. 2025).

2.3.2 Estadísticas mundiales sobre AEE y RAEE

La Asociación Mundial de Estadísticas sobre Residuos Electrónicos (GESP, por sus siglas en inglés) tiene como objetivo mejorar y recopilar estadísticas mundiales sobre residuos electrónicos de una forma estandarizada internacionalmente. La GESP publica periódicamente el «Global E-waste Monitor» que brinda información mundial y regional (Forti et al. 2020). El GESP está elaborando hojas de datos nacionales y regionales.⁷ Dichas hojas contienen información sobre la cantidad total de residuos electrónicos generados en un año reciente (actualmente para 2019) y la cantidad total de AEE nuevos introducidos en el mercado en un año reciente (actualmente 2019).⁷ Estos datos, junto con los factores de impacto sugeridos para los distintos COP (Tabla 1; PNUMA 2021b; GGKP 2024a), pueden utilizarse para realizar una estimación aproximada del total de AEE actualmente en uso (véase el estudio de caso sobre COP en AEE/RAEE en el Anexo GGKP 2024a) y la cantidad total de plástico en AEE (véanse el Cuadro 1 y el Cuadro 2). En el caso de los AEE producidos en los últimos años, los factores de impacto de los PBDE son una estimación superior, ya que la producción mundial y el uso de DecaBDE han disminuido durante la última década (PNUMA 2021b) con las producciones restantes se encuentran en China (GGKP 2024b).

3 Suministro de datos para el inventario del sector del transporte y los COP relacionados

3.1 Introducción

3.1.1 Los COP y los recursos en el sector del transporte

El sector del transporte (coches, autobuses, camiones, trenes, aviones y barcos) es uno de los grandes flujos materiales de mercancías y, en última instancia, se convierte en un gran flujo de residuos, contaminantes y recursos. La gestión del final de la vida útil en el sector del transporte es importante para poder recuperar recursos como los metales (por ejemplo, aluminio, acero, cobre, platino, paladio) y los plásticos (ABS, HIPS, PP) y gestionar los contaminantes (GGKP 2024a; véase Orientación PBDE MTD/MPA, PNUMA 2021a).

El c-DecaBDE fue uno de los principales retardantes de llama detectados en los vehículos (Kajiwara et al. 2014) y se detecta en residuos de trituradoras de automóviles (ASR) (Liu et al. 2019; PNUMA 2021b). En Norteamérica, se utilizó un total de 380.000 toneladas de c-DecaBDE entre 1970 y 2013, de las cuales 133.000 toneladas (35%) se aplicaron en vehículos (Abbasi et al. 2015). Antes de 2005, se utilizaba una porción del c-PentaBDE en el sector del transporte en Estados Unidos/Norteamérica para el tratar espumas flexibles de poliuretano (PUR) (asientos de automóviles, reposacabezas, techos de automóviles, sistemas de gestión acústica, etc.) así como para revestir textiles en los asientos de automóviles (Kajiwara et al. 2014; Abbasi et al. 2015; Liu et al. 2019; Tabla 2). Aunque los PBDE incluidos en el Convenio en 2009 (tetra- a heptaBDE) solo se produjeron y utilizaron entre 1975 y 2004, el decaBDE se sigue produciendo en la actualidad y recibió exenciones para una serie de piezas de plástico (repuestos) en vehículos heredados con uso continuado (Tabla 2). También el UV-328, incluido en el Convenio en 2023 se sigue utilizando en los vehículos. Otros retardantes de llama COP (HBCD, HBB, Dechlorane Plus, SCCP/MCCPs) también se utilizaron en vehículos y están presentes en niveles más bajos (GGKP 2024a).

⁷ <https://globalewaste.org/statistics/country>

Tabla 2: Exenciones específicas para el decaBDE en piezas destinadas a uso en vehículos (PNUMA 2021b)

Exención específica	Aplicación	Fecha de caducidad
a) Piezas para uso en vehículos heredados, definidos como vehículos que han dejado de fabricarse en serie y cuyas piezas entran en una o varias de las siguientes categorías:	<ul style="list-style-type: none"> (i) Tren de potencia y aplicaciones bajo el capó, como cables de masa de la batería, cables de interconexión de la batería, tubos de aire acondicionado móvil (MAC), trenes de potencia, casquillos del colector de escape, aislamiento bajo el capó, cableado y mazos de cables bajo el capó (cableado del motor, etc.), sensores de velocidad, mangueras, módulos de ventilador, sensores de detonación. (ii) Aplicaciones del sistema de combustible, como mangueras de combustible, depósitos de combustible y depósitos de combustible bajo la carrocería (iii) Dispositivos pirotécnicos y aplicaciones afectadas por dispositivos pirotécnicos como cables de ignición de airbags, fundas/tejidos de asientos (sólo si son relevantes para airbags) y airbags (frontales y laterales). (iv) Aplicaciones de suspensión e interiores, como componentes de tapicería, material acústico y cinturones de seguridad. 	Al final de la vida útil de los vehículos heredados o en 2036, lo que ocurra antes.
b) Piezas de los vehículos especificados en los párrafos (a) (i)-(iv) anteriores y las incluidas en una o más de las siguientes categorías:	<ul style="list-style-type: none"> (i) Plásticos reforzados (paneles de instrumentos y revestimientos interiores) (ii) Bajo el capó o el salpicadero (bloques de terminales/fusibles, cables de alto amperaje y revestimiento de cables (cables de bujías)). (iii) Equipos eléctricos y electrónicos (cajas y bandejas de baterías, conectores eléctricos de control del motor, componentes de discos de radio, sistemas de navegación por satélite, sistemas de posicionamiento global e informáticos) (iv) Tejidos como cubiertas traseras, tapicerías, revestimientos de techo, asientos de automóviles, reposacabezas, parasoles, paneles embellecedores, alfombras 	Al final de la vida útil de los vehículos o en 2036, lo que ocurra antes.

3.1.2 Otros productos químicos preocupantes enumerados en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos

El sector del transporte contiene además CoC enumerados en otros AMUMA (GGKP 2024a) en los que existe sinergia de desarrollo de datos e inventarios, como:

- Las cantidades de los GEI en acondicionadores de aire (CFC, HCFC, HFC), neumáticos (SF_6) y agentes espumantes en los XPS son necesarias para el inventario de GEI para la CMNUCC (IPCC 2019).
- Las cantidades de SAO (CFC) en aparatos de refrigeración/congelación y de SAO utilizadas como agentes espumantes en XPS en congelación y acondicionadores de aire son necesarias para el inventario del banco de SAO (GIZ 2017).
- El mercurio se ha utilizado hasta aproximadamente 2004 en grandes volúmenes en vehículos en sistemas de frenado antibloqueo (ABSy) de tracción a las cuatro ruedas y descarga de alta intensidad (HID), sistemas de control activo de la conducción, en luces delanteras y traseras y bajo el capó e iluminación de camiones (PNUMA 2019; Departamento de Protección Ambiental Nueva Jersey 2022). El mercurio requiere un cuidado especial en la gestión al final de su vida útil y los datos sobre la cantidad en uso actual y al final de su vida útil serían útiles en las ONE para asegurar la gestión adecuada de los residuos. Los aparatos que contengan mercurio deben retirarse antes de la trituración en la fase de descontaminación y no deben acabar en los residuos de las trituradoras tratadas, por ejemplo, en hornos de cemento, donde se liberaría mercurio a la atmósfera (Waltisberg y Weber 2020).

3.2 Estadísticas nacionales para apoyar el inventario de los COP (y GEI, SAO) en el sector del transporte

3.2.1 Vehículos (coches, autobuses y camiones) en uso

Los automóviles y otros vehículos (camiones y autobuses) representan la mayor parte del sector del transporte y contienen la principal cantidad de PBDE en el sector del transporte (PNUMA 2021b). Por lo tanto, el enfoque y la metodología del inventario pueden centrarse en estos vehículos. Sin embargo, sirve notar que los trenes y los aviones también pueden contener PBDE.

Para elaborar el inventario de los COP y otros CoC en los vehículos, se necesita recopilar la siguiente información:

- Vehículos registrados (coches, autobuses y camiones) en uso.
- Antigüedad temporal de los vehículos registrados, ya que los distintos COP y otros CoC (mercurio, GEI, SAO) se produjeron y utilizaron en determinados períodos de tiempo (GGKP 2024a; GGKP 2024b); por ejemplo, los PCB sólo se utilizaron en condensadores, líquidos de frenos y refrigerantes en coches producidos antes de los años 80 (USEPA 2018).
- Porcentaje de vehículos producidos en distintas regiones (algunos COP se utilizaban principalmente en determinadas regiones; por ejemplo, el mayor uso de c-PentaBDE se daba en EE. UU./América del Norte antes de 2005).

La información sobre la distribución por edades y el origen de los vehículos también es relevante para el inventario de mercurio, los GEI y las SAO (GGKP 2024a):

- Los sistemas de aire acondicionado de los vehículos fabricados desde 1995 hasta hace poco pueden contener el refrigerante HCFC (R134a; GWP 1430). Los vehículos nuevos han pasado a utilizar refrigerantes naturales como el CO₂ con GWP 1 o hidrofluoroolefinas fluoradas (HFO) con refrigerantes bajos en GWP (por ejemplo, R1234yf; GWP 4) pero con los mismos productos de desintegración como el ácido trifluoroacético (TFA) altamente persistente. Los vehículos estadounidenses ya utilizaban el R1234yf desde 2013, mientras que los fabricantes de automóviles chinos empezaron a usarlo en 2020.
- Es posible que los camiones frigoríficos fabricados antes del año 2000 aún contengan la SAO R22 (PAO 0,05; PCA 1.810) mientras que los camiones más nuevos contienen el GEI R404a (PCA 3.922) mientras que sólo los más recientes contienen además R452a

(PCA 2.141). Es posible que estos camiones también contengan XPS como aislante, con los CFC, los HCFC o los HFC como agentes espumantes; en este caso, el periodo de producción del camión es pertinente.

- Los vehículos más antiguos (anteriores a 1994) contenían interruptores de mercurio en el módulo sensor de colisión de los airbags. Muchos coches fabricados antes de 2004 contienen interruptores de mercurio en el Sistema ABS, mercurio en el HID en las luces delanteras y traseras y bajo el capó e iluminación de camiones (ONU Medio Ambiente 2019; Departamento de Protección Ambiental de Nueva Jersey 2022).

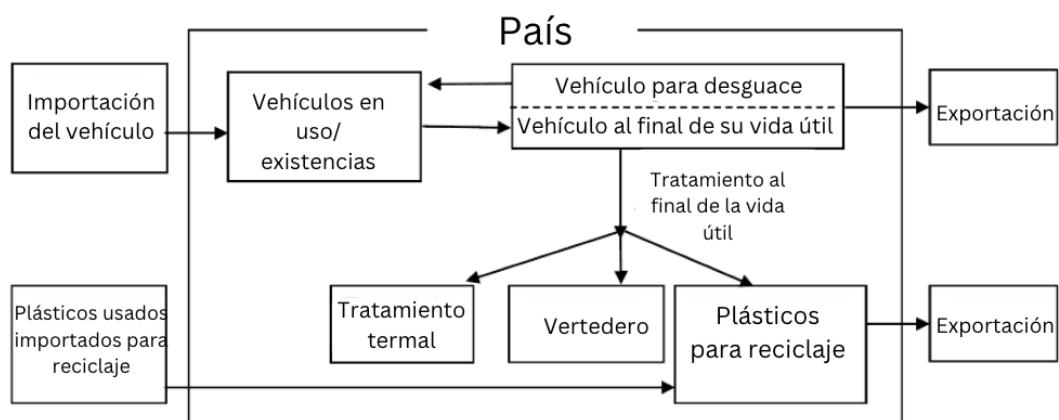
Cuadro 3 : Información sobre los vehículos registrados en la Oficina Nacional de Estadística o en el Ministerio de Transportes

Información sobre vehículos registrados y vehículos al final de su vida útil

- Número de importaciones y origen/región de los vehículos.
- Número de vehículos registrados/operación actual, incluida la distribución por edades de los vehículos.
- Cantidad de vehículos al final de su vida útil para el año del inventario (con distribución por edades).
- Porcentaje de vehículos producidos en las distintas regiones (preferiblemente también en función del tiempo).
- Información sobre otros sectores del transporte (trenes, aviones y barcos)

Los detalles sobre el cálculo de la cantidad de PBDE para las distintas etapas del ciclo de vida de los vehículos (importación/producción, en uso, gestión de residuos y exportación) se describen en la orientación para el inventario de PBDE (PNUMA 2021b).

Figura 1 : Evaluación de los COP en el ciclo de vida de los vehículos y los residuos plásticos y el reciclado correspondientes



3.2.2 Otros medios de transporte (trenes, aviones y barcos)

Los trenes, aviones y barcos contienen plásticos y polímeros ignífugos. Por ejemplo, el decaBDE se ha utilizado en resinas de poliéster insaturado (UP) en vehículos ferroviarios con una carga del 8,5% (Morf et al. 2003). Se ha concedido una exención para el decaBDE en las aeronaves

cuya homologación se haya solicitado antes de diciembre de 2018 y se haya recibido antes de diciembre de 2022, así como para las piezas de repuesto de dichas aeronaves (PNUMA 2021b).

Si un país tiene una flota importante de trenes, aviones y/o barcos, es mejor incluir estos sectores en la evaluación. Además, si en un país se desmantelan trenes, aviones o barcos, la cantidad de plástico y polímeros debería inventariarse y gestionarse de forma ambientalmente racional. En el caso de los países con compañías aéreas, el desmantelamiento de aeronaves se incluiría en el inventario.

Dado que la mayoría de trenes, barcos y aviones cuentan con sistemas de aire acondicionado y refrigerantes, estos se incluirían en una base de datos nacional de los GEI y las SAO en el sector del transporte.

3.2.3 Información sobre el comercio de piezas de recambio

Las piezas de repuesto y la refabricación de piezas de vehículos y su reutilización desempeñan un papel crucial en la recuperación y la reparación de vehículos a partir de los VFU. Esta práctica se ajusta a la economía circular para el sector del transporte. En particular, las piezas de repuesto de los vehículos están exentas de las normativas pertinentes sobre los COP en los vehículos.

Es probable que no sea posible elaborar un inventario de las piezas de recambio ya que normalmente intervienen muchas pequeñas y medianas empresas y el sector informal. Sin embargo, la información sobre el tamaño aproximado del negocio de piezas de recambio y el valor comercial del negocio total, así como la información sobre la estructura principal de la cadena de suministro podría estar disponible en la ONE, los Registros de Comercio o el Ministerio de Transporte.

3.2.4 Consideraciones sobre un inventario global de plásticos y recursos del sector del transporte

Se calcula que el 7% de la producción mundial de plástico se utiliza en el sector del transporte (Geyer et al. 2017). Sin embargo, los vehículos, aviones, barcos y otros medios de transporte tienen una larga vida útil y, en consecuencia, el sector del transporte representa alrededor del 15 % del plástico presente en un país (Patel et al 1998; Van Eygen et al. 2017) y, por lo que es relevante para un inventario nacional de plástico y la gestión nacional del mismo. Una estimación inicial de los polímeros presentes en los vehículos del país puede basarse en el contenido medio de polímeros en los automóviles (plástico, espumas y textiles sintéticos) de aproximadamente el 15 %.⁸ Teniendo en cuenta el peso medio de un coche (1,333 toneladas), esto significa que aproximadamente 200 kg son polímeros (PNUMA 2021b). Este valor puede utilizarse para calcular la cantidad total de plástico/polímeros en los coches matriculados en el país y en los coches que llegan al final de su vida útil. Los valores calculados ofrecen una indicación sobre la necesidad de gestionar los polímeros en el transporte para el sector de la gestión de residuos y para otras partes interesadas

Cuadro 4 : Fórmula de cálculo para la estimación inicial del plástico en los vehículos (PNUMA 2021b)

Fórmula de cálculo para estimar el plástico en los vehículos:

La cantidad total de polímeros en un coche mediano es de unos 200 kg.

Plástico en vehículos = Total vehículos * 200 kg

⁸ El contenido de polímeros y el peso de los vehículos cambian con el tiempo al aumentar la proporción de polímeros.

Una base de datos nacional sobre el sector del transporte en la ONE incluiría contaminantes y recursos para los diferentes tipos de vehículos como base para desarrollar y promover una economía circular limpia, así como para fomentar la recuperación de recursos de los vehículos y la gestión ESM de los polímeros que contienen COP y otros CoC (Purnell et al. 2019; GGKP 2024a).

3.3 Fuentes de información internacionales

La ONE y otras instituciones nacionales pueden comparar sus datos nacionales con los de las estadísticas internacionales sobre vehículos y vincularlos al Marco para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales (FDES) (véase la sección 1.2.2 y las recomendaciones de la sección 7.3).

3.3.1 Vehículos matriculados

El número per cápita de vehículos de Carretera por cada 1.000 habitantes y el número total de vehículos por país se recopilan para todos los países en un sitio web de Wikipedia.⁹ Incluye coches, camionetas, autobuses, camiones de carga y de otro tipo, pero excluye los vehículos de dos ruedas. Para la mayoría de los países, la fuente de datos es relativamente reciente, mientras que para unas pocas fuentes la información tiene varios años. Estos datos pueden compararse con los datos recopilados en el país.

Para una estimación de turismos (coches de pasajeros) frente a camiones/autobuses para el país, se podría utilizar la proporción de turismos y camiones/vehículos del inventario global de vehículos, que es del 73% de turismos y el 27% de camiones/autobuses si no se dispone de información sólida de las estadísticas nacionales.

El total de vehículos por país también se recopila para todos los países en un sitio web de la OMS¹⁰ y en otras bases de datos internacionales.

3.3.2 Marco para el desarrollo de estadísticas medioambientales (FDES¹¹)

La División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD) y el PNUMA contribuyen al desarrollo de la Base de Datos Internacional de Estadísticas Medioambientales de la UNSD con una recogida de datos bienal. Este Marco de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales (FDES) incluye un subcomponente 3.3 «Generación y Gestión de Residuos» para la generación de datos estadísticos nacionales. Aunque en el cuestionario se ha desarrollado una sección detallada para los residuos electrónicos, todavía no se ha creado una sección similar para el sector del transporte. Podría elaborarse un inventario más detallado en el marco de los inventarios de los COP para el Convenio de Estocolmo y de los inventarios de CFC, HCFC y HFC para la CMNUCC y el Protocolo de Montreal. Este inventario podría proporcionar en el futuro datos para el Marco de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales.

⁹ "Lista de países por vehículos per cápita" (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_vehicles_per_capita).

¹⁰ <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/number-of-registered-vehicles>

¹¹ La estructura del FDES vincula las estadísticas sobre residuos a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), lo que facilita la integración con las estadísticas económicas. Es posible vincularla aún más al Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) y al Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SEEA).

4 Suministro de datos para el inventario de COP en edificios y construcciones

4.1 Introducción

4.1.1 COP en el sector de la construcción

En la construcción se utilizan o se utilizaron diversos COP, como HBCD, PBDE, SCCP/MCCP, PCB, PCP y otros plaguicidas COP, PFOA, PFOS y otros (véase la orientación sectorial GGKP 2024a).

La vida útil de los polímeros en los edificios es de décadas y hasta de un siglo; por lo tanto, la mayoría de los COP utilizados en materiales de construcción en los últimos 60 años siguen presentes en los edificios (Charbonnet et al. 2020; Li et al. 2016). Una visión general del uso de los polímeros en la construcción y los aditivos COP relacionados (anteriormente) utilizados, se recopila en Tabla 3. En ella se indican los principales plásticos/polímeros afectados por los COP (téngase en cuenta que solo una parte del plástico respectivo contiene COP y que también están presentes otros aditivos peligrosos). Una serie de COP ya no se producen y sólo están presentes en las existencias de los edificios (PNUMA 2022b, GGKP 2024a), mientras que otros COP siguen produciéndose y utilizándose en nuevos productos de construcción (por ejemplo, el c-DecaBDE, los PCCM y los PCCC).

En algunos países con requisitos de normas de inflamabilidad, todas las aplicaciones de EPS/XPS en la construcción requieren retardantes de llama (por ejemplo, Alemania, Países Bajos y Reino Unido). Mientras que en Finlandia, por ejemplo, solo se exige que el EPS/XPS tenga retardantes de llama para el aislamiento de paredes y techos, pero no para el aislamiento de suelos ni para el aislamiento antihelada no requiere retardantes de llama. En algunos otros países, la legislación no exige el uso de retardantes de llama en el PS en la construcción, sino otras medidas de protección contra incendios (por ejemplo, Suecia, Noruega) (Seppälä 2013). En China, los retardantes de llama solo se utilizan en el aislamiento desde el año 2000 (Li et al. 2016). Esta información se tendría en cuenta al establecer una base de datos nacional sobre los COP en los polímeros de los edificios.

Según las normas de inflamabilidad de un país y las políticas de producción, todos o solo algunos materiales aislantes y otros polímeros pueden ser ignífugos (Seppälä 2013; Charbonnet et al. 2020; PNUMA 2021c).

Tabla 3 : Polímeros en la construcción y aditivos COP relacionados (PNUMA 2021b, 2021c con adiciones)

Polímeros y aplicaciones	COP	Contenido (%)	Referencias
Poliestireno expandido (EPS)	HBCD	0.5-1%	PNUMA 2021c
Poliestireno extruido (XPS)	HBCD, c-DecaBDE	1-3%	Morf et al. 2003
Espuma de poliuretano en el aislamiento	c-DecaBDE, PentaBDE	c-4-13%	Leisewitz & Schwarz 2000
Rellenos de espuma PUR	c-DecaBDE, PentaBDE	c-22%	Leisewitz y Schwarz 2000
Espuma aislante de PE	c-DecaBDE	20%	Morf et al. 2003
Láminas de plástico PE y PP	c-DecaBDE	10%	Morf et al. 2003
Cortina enrollable	c-DecaBDE, PentaBDE, HBCD	c-4%	Kajiwara et al. 2013
Cintas reflectantes de capa adhesiva	c-DecaBDE	1-5%	RPA 2014

Pintura intumescente	c-DecaBDE, PentaBDE	c-2.5-10%	RPA 2014
Láminas de plástico PVC	PCCC/PCCM, (c-DecaBDE)	5-20% (5%)	Morf et al. 2003; Chen et al. 2021
Mangueras de PVC para fontanería	PCCC/PCCM	0.5%-10%	Chen et al. 2021
Suelos, tejados, papel tapiz y capas de PVC	PCCC/PCCM	0.5%-10%	Chen et al. 2021
Cables	PCCC/PCCM, PCB, PCN, c-DecaBDE	0.5%-10%	Chen et al. 2021

4.1.2 Otros productos químicos preocupantes incluidos en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos

Además, los edificios y las construcciones pueden contener CoC enumerados en otros AMUMA (GGKP 2024a) cuando exista sinergia entre el desarrollo de datos y los inventarios, como por ejemplo:

- Los GEI (CFC, HCFC, HFC) en espumas aislantes (XPS/EPS y espuma PUR/PIR) y acondicionadores de aire, así como SF₆ en acristalamiento insonorizante de ventanas. Los datos sobre GEI son necesarios para el inventario de GEI para la CMNUCC (IPCC 2019).
- SAO (CFC) en aparatos de aire acondicionado y refrigeración/congelación y espumas aislantes (XPS/EPS y PUR/PIR). Se necesitan datos sobre las SAO para el inventario del banco de SAO (GIZ 2017).
- El mercurio es un contaminante presente en la espuma aislante PUR y en los suelos PUR para los deportes y gimnasia, como el tartán, desde su producción (ATSDR 2006). El mercurio requiere un cuidado especial en la gestión al final de su vida útil y los datos sobre la cantidad en uso actual y al final de su vida útil serían de utilidad para en las ONE para la gestión adecuada de los residuos, de modo que estos materiales no acaben en hornos de cemento donde se libera el mercurio a la atmósfera (Waltisberg y Weber 2020). Se necesitan datos sobre el mercurio para el inventario de mercurio del Convenio de Minamata o el Convenio de Basilea.

La espuma aislante también es relevante para el inventario de los GEI, las SAO y el mercurio. Se sugiere que los COP, junto con las SAO, los GEI y el mercurio, se tengan en cuenta en una base de datos nacional para el sector de la edificación y la construcción en la ONE. Inicialmente, podría desarrollarse para los edificios federales y otros edificios públicos con el fin de planificar adecuadamente una gestión ambientalmente racional de los residuos de construcción y demolición (C&D) con mejores estrategias de deconstrucción.

4.2 Estadísticas nacionales en apoyo del inventario de COP (y GEI y SAO) para edificios y construcción

Los datos sobre espumas aislantes en uso actualmente y al final de su vida útil (residuos de C&D) deberían estar disponibles a nivel nacional en la ONE u otra institución apropiada, que debería ser capaz de proporcionar la información necesaria para el inventario de los COP para el Convenio de Estocolmo, los informes del Convenio de Basilea, el inventario de los GEI para la CMNUCC y el inventario de las SAO para el Protocolo de Montreal.

Una aplicación principal de los COP en la construcción es en las espumas aislantes de polímeros (EPS, XPS, PUR, PIR). La información sobre las espumas aislantes utilizadas desde la década de 1970 debería obtenerse de la ONE y del Ministerio de Construcción/Vivienda. Si aún no se dispone de información detallada sobre las espumas aislantes en una base de datos

nacional, deberá ser recopilada por otras partes interesadas, como la industria de la construcción, para elaborar una base de datos.

Esto debería incluir la información sobre la norma de inflamabilidad de las espumas aislantes, que determina si todas las espumas aislantes son ignífugas y también si otros plásticos utilizados en la construcción en el país necesitan ser ignífugos (antecedentes en Charbonnet et al. 2020). Para las espumas aislantes individuales y otros plásticos utilizados en la construcción se recopilaría la siguiente información:

- Cantidad total de espumas aislantes individuales utilizadas en edificios y construcciones del país desde la década de 1980 (véase la sección 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3)
- Cantidad total de PVC plastificado en la construcción (4.2.3)
- Cantidad total de cables en la construcción (4.2.5)
- Ventana temporal en la que se han utilizado los COP individuales y las concentraciones de los retardantes de llama utilizados (información facilitada por la Orientación Sectorial (GGKP 2024a) y los documentos de orientación sobre inventarios individuales).

Aunque la aplicación del Convenio de Estocolmo se centra únicamente en los COP, es importante reconocer que otros retardantes de llama también poseen propiedades peligrosas (Shaw et al. 2010; van der Veen y de Boer 2012; Blum et al. 2019). La base de datos también incluiría otros CoC pertinentes, como los CFC, los HCFC y los HFC.

Los plaguicidas COP, como el pentaclorofenol, el lindano, el DDT, el endosulfán y otros, se utilizaron para la protección de la madera en la construcción y en los paneles de madera en interiores y exteriores. Las partes interesadas responsables de recopilar información sobre la madera tratada con los COP en la construcción son

- Ministerio de Medio Ambiente
- Ministerio de Agricultura o Silvicultura
- Ministerio de Construcción y Vivienda

4.2.1 Aislamiento de EPS/XPS y HBCD y decaBDE relacionados utilizados en la construcción

La aplicación principal del HBCD (aproximadamente el 90%) ha sido en el EPS y el XPS en el sector de la construcción (PNUMA 2021c). La espuma aislante en edificios fue el único uso del HBCD exento en el Convenio de Estocolmo (PNUMA 2021c), que finalizó en 2021. El HBCD fue el principal retardante de llama en el uso de EPS/XPS desde la década de 1970 y hasta 2013, cuando se sustituyó gradualmente por otros retardantes de llama (PNUMA 2021c) con un cese final de producción y uso en 2021. Por lo tanto, puede asumirse que todo el EPS/XPS ignífugo utilizado para el aislamiento en la construcción desde 1980 hasta 2013 contiene HBCD y que la mayor parte de esta espuma sigue en uso. El EPS/XPS instalado entre 2014 y 2021 podría incluir HBCD o retardantes de llama alternativos dependiendo del proceso de sustitución en un país y el EPS/XPS recién instalado a partir de 2022 no contiene HBCD. Además, el decaBDE se ha utilizado en cierta medida en la espuma de XPS como alternativa.

Para las aplicaciones de EPS/XPS, se recopilaría el uso histórico total de los materiales tratados con HBCD en la construcción y se calcularían las existencias actuales resultantes de HBCD y XPS/EPS relacionados en edificios y construcciones (véase más abajo). Los volúmenes totales de uso de EPS/XPS podrían obtenerse de las ONE o de las asociaciones industriales y partes interesadas relacionadas (Cuadro 5).

Para realizar un inventario, habría que anotar el volumen total de XPS y EPS en uso actualmente, ya que son los materiales que finalmente habrá que gestionar cuando se derriben los edificios en el futuro.

Cuadro 5 : Información necesaria de la ONE o del sector de la construcción sobre el uso de EPS/XPS y HBCD

- Cantidad total de EPS y cantidad total de XPS utilizados en el sector de la construcción en cada uno de los años desde la década de 1970 hasta el uso actual.
- Información sobre si las espumas aislantes de EPS/XPS eran ignífugas y desde cuándo o durante qué periodo lo eran.
- Desde cuándo se eliminó progresivamente o se sustituyó el HBCD por retardantes de llama alternativos en el país.

El HBCD se aplica en el EPS con una carga típica del 0,5 - 1,0 % en peso y en el XPS con una carga típica del 0,8 - 3 % en XPS en peso (PNUMA 2021c). Estas concentraciones pueden aplicarse al calcular la cantidad de HBCD procedente de la espuma aislante utilizada en el país en un inventario en función del tiempo para la base de datos de la ONE u otra institución gubernamental apropiada.

El uso (en función del tiempo) de la espuma XPS también es necesario para los inventarios de GEI (CFC, HCFC y HFC) y SAO (CFC y HCFC).

4.2.2 Espuma PUR y rellenos de espuma PUR y los relacionados COP en uso

La espuma PUR es otro polímero importante utilizado como material aislante en la construcción, ya sea en forma de láminas o de espuma pulverizada. Los retardantes de llama decaBDE y el c-PentaBDE se han utilizado en la espuma aislante PUR. Aunque el uso de c-PentaBDE cesó en 2004, el uso de decaBDE continuó y quedó exento.

Además, las PCCC y las PCCM se han utilizado y se utilizan ampliamente como retardantes de llama en espumas PUR pulverizadas con hasta un 50% de contenido de la espuma (Chen et al. 2021; Brandsma et al. 2021). Los retardantes de llama fosforados se utilizan como retardantes de llama principales en láminas o como espumas pulverizadas (Brandsma et al. 2021), y también son CoC y deben gestionarse al final de su vida útil en de una manera ambientalmente racional.

Para elaborar un inventario, se recopilaría la cantidad total de espuma PUR que se utiliza actualmente en los edificios, ya que todos los materiales de espuma PUR deberán gestionarse finalmente en un ESM cuando se reformen o derriben los edificios.

Cuadro 6 : Información necesaria procedente de la ONE o del Ministerio de la Construcción sobre la espuma PUR y los materiales de relleno

- Cantidad total de espuma de PUR (láminas y espuma pulverizada) utilizada en el sector de la construcción desde la década de 1970 hasta el uso actual (por los años individuales)
- Información sobre el periodo inicial de aplicación del aislamiento de PUR como retardante de llama
- Información sobre el uso de distintos retardantes de llama en la espuma PUR
- También es necesario indicar el uso, en función del tiempo, de la espuma PUR para los inventarios de GEI (CFC, HCFC y HFC) y SAO (CFC y HCFC), así como de mercurio.

4.2.3 PVC y uso relacionado de PCCC/MCCP y decaBDE

El PVC es el plástico más utilizado en la construcción y el PVC plastificado puede contener COP como aditivo (Tabla 3 ; GGKP 2024a; Chen et al. 2021) así como otros plastificantes preocupantes como ciertos ftalatos (GGKP 2024a). Los principales COP utilizados en el PVC son las PCCC y las PCCM como plastificantes secundarios en el PVC. El DecaBDE también se ha utilizado en el PVC de la construcción en el pasado (Tabla 3).

El PVC plastificado también puede contener ftalatos que están restringidos en algunas regiones (PNUMA 2022b; PNUMA 2023). Otros productos de PVC para la construcción pueden contener plomo y cadmio.

Se recomienda que la información sobre COP y otros CoC en PVC en el sector de la construcción se incluya en una base de datos sobre plásticos en la construcción en la ONE de un país.

Cuadro 7 : Información necesaria de la ONE o del Ministerio de la Construcción sobre el PVC en la construcción

- Cantidad total de PVC plastificado (por ejemplo, suelos, cables, láminas, membranas) utilizado en el sector de la construcción desde la década de 1970 hasta la actualidad (preferiblemente en función del tiempo para los distintos años).

Nota: La proporción y la cantidad de PVC que contiene COP dependen del origen del PVC (véase Babayemi et al. 2022), siendo mayoritario el uso de PCCC/PCCM en China (Chen et al. 2021). El equipo del inventario recopilará una evaluación detallada de los COP y otros CoC en el PVC, incluyendo la información disponible en la ONE.

4.2.4 Otros polímeros que contienen COP u otros CoC

Otros polímeros como la espuma aislante de polietileno (PE) y las láminas de PE o PP en edificios y construcción pueden contener decaBDE (véase Tabla 3 ; GGKP 2024a). Sólo existen datos limitados sobre la cantidad de PBDE ignífugo en PE y PP, con la mayor parte de la información procedente de Europa (Morf et al. 2003; Tabla 3).

El PE y el PP también pueden contener el estabilizador ultravioleta (UV) UV-328 recomendado para su inclusión en la lista de COP (GGKP 2024a). Por lo tanto, se recomienda que la información sobre los COP en PE y PP en la construcción se incluya en una base de datos sobre plástico en la construcción en la ONE.

Otros retardantes de llama también pueden tener propiedades peligrosas, como los OPFR organofosforados halogenados (Shaw et al. 2010; van der Veen y de Boer 2012; Blum et al. 2019).

Cuadro 8 : Información necesaria sobre PP y PE procedente de la ONE o del Ministerio de la Construcción

- Cantidad total de PE y PP utilizados en la construcción (láminas y espumas) utilizada y en existencias en el sector de la construcción (en función del tiempo, si se dispone de ella).

Nota: La proporción y la cantidad del PP y PE afectados por los COP y otros CoC serán evaluadas y recopiladas por el equipo del inventario, incluida la información disponible en la ONE.

4.2.5 Cables y los COP relacionados en la construcción

El aislamiento de cables es otro uso relevante de varios COP (PCB, PCCC/MCCP, decaBDE) en la construcción y sus alrededores (en el subsuelo). El PVC es el tipo de cubierta más común, pero también se utilizan PE, PP y PTFE.

Cuadro 9 : Información necesaria de una ONE o del Ministerio de Construcción/Vivienda sobre los cables en la construcción

- Cantidad de cables y proporción de polímeros utilizados en cables en el sector de la construcción que actualmente se encuentran en existencias.

Nota: El equipo de inventario evaluará y recopilará el porcentaje y la cantidad de cables afectados por contaminantes orgánicos persistentes y otros contaminantes orgánicos persistentes a partir de la información disponible en el INE.

Los países pueden disponer de bases de datos centralizadas y/o descentralizadas en presencia de líneas de servicio subterráneas. Estas bases de datos deben consultarse antes de iniciar los movimientos de tierra para evitar daños en las distintas redes. En los Países Bajos, por ejemplo, existe una organización especial (Cables and Flowline Information Centre, KLIC) que gestiona esta base de datos de ámbito nacional.

En los cables se utilizan metales valiosos (cobre, aluminio, oro, plata, tungsteno). Por lo tanto, un inventario de cables podría formar parte de un inventario de existencias de metales para la minería urbana (Agencia Alemana de Medio Ambiente 2021).

4.2.6 Sellantes y adhesivos y contaminantes orgánicos persistentes relacionados utilizados en la construcción

Los sellantes y adhesivos son aplicación relevante de varios COP (PCB, PCCC/PCCM) en la construcción. Las PCCC/PCCM se utilizan en diferentes materiales sellantes/adhesivos, incluidos los materiales de polisulfuro, poliuretano, butilo y acrílico en la construcción, y las ventanas de doble/triple acristalamiento.

Cuadro 10 : Información sobre sellantes y adhesivos necesaria procedente de la ONE o del Ministerio de Construcción/Vivienda.

- Información sobre los distintos tipos de sellantes y adhesivos utilizados (en función del tiempo, si se dispone de ella)
- Si se utilizaron selladores de juntas de polisulfuro (Thiokol) entre 1950 y 1975 (alto riesgo de PCB) y cantidad de estos selladores.

4.2.7 Consideraciones para un inventario global de plásticos y recursos en el sector de la construcción

Mientras que el 19 % de la producción mundial de plástico se utiliza en el sector de la construcción (Geyer et al. 2017), la larga vida útil de los edificios, de 30 a más de 80 años (Wang et al. 2021; Li et al. 2016), tiene como consecuencia que el sector represente aproximadamente el 30 % de todas las existencias de plástico de un país (Patel et al. 1998). Estas existencias seguirán aumentando y, por lo tanto, son relevantes para un inventario nacional de plásticos y serán cada vez más relevantes para la gestión nacional de plásticos en el futuro. Para la planificación de la gestión nacional de residuos, la cantidad de polímeros y COP relacionados en los residuos de C&D puede predecirse a partir de MFA/SFA dinámicos (Li et al. 2016; Anexos en GGKP 2024a).¹²

Por lo tanto, se recomienda incluir las existencias de polímeros en los edificios y la construcción en una base de datos nacional en una ONE o en el Ministerio de la Construcción, que incluya información sobre los COP, los GEI y las SAO. Se trata de una base para planificar la gestión de residuos y evaluar las oportunidades de reciclado de polímeros y la gestión ambientalmente racional de los polímeros que contienen COP en los residuos de construcción y demolición (véase también la recomendación 7.2).

Los edificios y la construcción también contienen recursos como alúmina, cobre, hierro y otros metales.

¹² Se han publicado tres estudios de casos de inventarios como Anexos de la orientación sobre inventarios sectoriales de los COP (GGKP 2024a).

4.2.8 Recopilación de información sobre la madera utilizada en la construcción y los contaminantes orgánicos persistentes relacionados con ella, así como sobre otras sustancias peligrosas.

El PCP y otros plaguicidas COP (DDT, aldrina, clordano, dieldrina, endosulfán, lindano, mirex) se han utilizado ampliamente para el tratamiento de la madera desde la década de 1940, con frecuencia para la madera utilizada en edificios y las traviesas de ferrocarril. En el caso del PCP, el Convenio de Estocolmo otorgó una exención para su uso en postes de servicios públicos (GGKP 2024a). Aunque muchos países han dejado de utilizar el PCP y otros COP antes del año 2000, algunos han seguido con el uso del PCP. La madera en la construcción tiene una vida útil de décadas y hasta siglos y, por lo tanto, la madera tratada que contiene PCP y otros COP sigue utilizándose en muchos países. Se han utilizado otros CoC en el tratamiento de la madera, como el arseniato de cobre cromado (CCA) y el aceite de creosota (que contiene HAP). Los residuos de madera que contienen los COP u otros CoC requieren una gestión ambientalmente racional. Los datos sobre el uso de plaguicidas para el tratamiento de la madera podrían encontrarse a través de un Ministerio de Agricultura y Silvicultura o de una ONE. La siguiente información se recopilaría e incluiría en una base de datos de la ONE:

- Qué plaguicidas COP se han utilizado y durante cuánto tiempo para tratar la madera en el sector de la construcción.
- Superficies de uso de las existencias de madera tratada (edificios residenciales, otros edificios, postes de servicios públicos, brazos transversales, traviesas de ferrocarril) y la cantidad estimada de madera tratada total que contiene COP y madera tratada que contiene otros CoC.

4.3 Fuentes de información internacionales

La importación de materiales para edificios y otras construcciones puede evaluarse en parte con los datos de la base de datos UN Comtrade (véanse las secciones 4.3.1 y 2.3.1).

4.3.1 Base de datos UN Comtrade

La base de datos UN Comtrade⁴ contiene datos sobre las importaciones y exportaciones de productos de países individuales. También contiene códigos HS relativamente detallados sobre los polímeros individuales como el poliestireno (código HS 3903 y códigos más específicos relacionados para polímeros de estireno) o el PVC (código HS 3904 y códigos más específicos relacionados para polímeros de PVC) que pueden utilizarse para una evaluación de la importación de polímeros como se ha hecho para el continente africano (Babayemi et al. 2019). Algunos de los Códigos HS son bastante específicos para el aislamiento en edificios y la construcción, como el "Código HS 39039020: Clasificaciones HS del poliestireno bromado". Otros códigos del HS, como los diferentes códigos HS para el PVC (con el Código HS 3904), no son específicos para la construcción. Sin embargo, dado que el sector de la construcción representa alrededor de dos tercios de la demanda mundial de PVC (Ceresana 2020), la cantidad de PVC puede estimarse de forma aproximada. Un estudio reciente realizado en Nigeria utilizó los códigos HS del PVC, la espuma PUR y el caucho para elaborar un inventario inicial de las importaciones de PCCC y PCCM en productos a Nigeria durante los 20 años anteriores (Babayemi et al. 2022). Dado que la mayoría de las espumas pulverizadas PUR se utilizan en la construcción y que dos tercios del PVC se utilizan en la construcción, se puede realizar una primera estimación de las PCCC y las PCCM en la construcción.

4.3.2 Informe sobre la situación mundial de los edificios y la construcción

El PNUMA, en colaboración con la Agencia Internacional de la Energía, publica cada año el «Informe sobre la situación mundial de los edificios y la construcción». El principal tema del informe es la eficiencia energética "Hacia un sector de la construcción eficiente, resiliente y con

cero emisiones". En relación con el uso de los COP, el informe promueve el aislamiento de los edificios y destaca el uso de materiales reciclados para reducir la huella de carbono (PNUMA 2022b). Sin embargo, la información sobre los COP y otros CoC como los GEI (CFC, HCFC, HFC) aún no se abordan en estos informes.

5 Datos de inventario de PCB (y PCN)

5.1 Introducción

Los PCB son una clase de compuestos aromáticos incluidos en la lista inicial de los 12 COP del Convenio de Estocolmo. Entre 1929 y 1990 se han producido alrededor de 1,5 millones de toneladas de PCB como mezclas técnicas de PCB y se han utilizado en todo el mundo en muchas aplicaciones como fluido dieléctrico en condensadores y transformadores (Tabla 4), y en menor medida en materiales de construcción (por ejemplo, sellantes, pinturas, aditivos plásticos en cables) (PEN 2016, PNUMA 2019a, 2021e).

Los naftalenos policlorados (PCN) se incluyeron en la lista de los COP en 2017 y se utilizaban en la misma aplicación que los PCB, aunque con un volumen de producción inferior (150.000 t). Dado que el principal uso de los PCN se produjo entre los años 1930 y 1960, la mayoría de los equipos de PCN han sido gestionados y los restantes pueden abordarse dentro de la evaluación/gestión de los PCB (PNUMA 2021d,e).

La eliminación de los PCB a escala mundial sigue siendo un reto importante. En particular, los países en desarrollo y los países con economías en transición, pero también varios países desarrollados (Melymuk et al. 2022), siguen atravesando dificultades para identificar los PCB, retirar los PCB del uso y lograr una gestión ambientalmente racional de los aceites y equipos contaminados con PCB (PEN 2016, Weber et al. 2018a,b).

El requisito de elaborar un inventario de PCB se regula en la Parte II del Anexo A del Convenio de Estocolmo, según el cual cada Parte deberá adoptar medidas con las siguientes prioridades:

- (i) Realizar esfuerzos firmes para identificar, etiquetar y retirar de uso los equipos que contengan más de un 10 % de PCB y volúmenes superiores a 5 litros
- (ii) Realizar esfuerzos firmes para identificar, etiquetar y retirar de uso los equipos que contengan más de 0,05 % de PCB y volúmenes superiores a 5 litros
- (iii) Esforzarse por identificar y retirar de uso los equipos que contengan más de un 0,005% de PCB y volúmenes superiores a 0,05 litros.

La gestión ambientalmente racional de los residuos de líquidos que contienen PCB y de aparatos contaminados con PCB debe lograrse para 2028. La elaboración de un inventario detallado y de una base de datos sólida, así como su actualización, es un requisito previo indispensable para alcanzar el objetivo de 2028.

Muchos países carecen de registros fiables sobre la producción, importación y exportación actual y pasada de PCB. La falta de una gestión eficaz de la información es una deficiencia común en los inventarios de PCB. Algunas de las razones para no lograr una gestión eficaz de la información son una estructura organizativa mal ejecutada, la falta de políticas de copia de seguridad y conservación de la información, además del coste de recopilar, almacenar y asegurar la información sobre los PCB durante todo su ciclo de vida (PEN 2016). Al actualizar el inventario de PCB, es importante evitar estos errores y establecer un sistema eficaz de gestión de la información. Esto puede incluir el desarrollo y mantenimiento de una base de datos nacional que se actualice periódicamente (PEN 2016).

Tabla 4 : Equipos que contienen PCB según su aplicación y ubicación (PNUMA 2021e)

Equipo	Funcionalidad PCB	Aplicaciones principales
Transformadores	Fluido dieléctrico	Grandes: instalaciones industriales, edificios públicos, hospitales, hoteles
		Pequeños: vehículos ferroviarios, embarcaciones; consultorios dentales
Condensadores	Fluido dieléctrico	Grandes: Condensadores de corrección del factor de potencia; condensadores de papel fijo para motores, condensadores para corrientes continuas,
		Pequeños: condensadores de arranque de motores, lastres de luz y condensadores para lámparas fluorescentes y de mercurio; electrodomésticos, como aparatos de aire acondicionado, lavadoras, televisores monocromáticos y hornos microondas.
Otros usos	Fluido dieléctrico	Interruptores de alta tensión, disyuntores, reguladores de tensión, cables eléctricos llenos de líquido
	Fluidos hidráulicos	Fluidos hidráulicos en equipos de minería; sistemas escénicos en teatros, sistemas de transporte y sistemas de bombeo.
	Fluidos caloportadores	Como agente de calefacción/refrigeración en la industria química, alimentaria y de resinas sintéticas; agente de precalentamiento del fuel-oil de buques, sistemas de calefacción central.
	Aceite lubricante	En bombas de vacío, fabricación de componentes electrónicos; aplicaciones de laboratorio, instrumentación e investigación; y vertidos de aguas residuales.

5.2 Base de datos nacional para el inventario de transformadores, condensadores y aceites usados relacionados

Una base de datos permite a las autoridades controlar la ubicación y la naturaleza de los equipos PCB, así como el éxito de todas las actividades relacionadas. Los principales equipos son transformadores y condensadores, con algunas otras aplicaciones (Tabla 4). Una base de datos de PCB debe incluir la lista completa de los equipos que contengan PCB, incluido el productor, el tipo, el modo, el número de serie, el tamaño, la imagen, etc. (PEN 2016; Cuadro 11).

También se incluirían en una base de datos nacional otros equipos que contengan PCB, como los con fluidos hidráulicos, fluidos de transferencia de calor y aceite lubricante con PCB (Tabla 4).

Si se descubre algún equipo que contenga PCN dentro del inventario de transformadores, condensadores u otros usos de los PCB, se registraría y se integraría en la base de datos de PCB con una nota apropiada.

5.2.1 Transformadores PCB

Dado que muchas empresas de servicios públicos pueden tener dificultades para mantener sus bases de datos, se recomienda elaborar una base de datos central para todos los transformadores pertinentes y actualizar toda la información marcando aquellos transformadores que contengan PCB. Lo mejor es que esta base de datos esté alojada en el sector o sectores de servicios públicos y no en la ONE. Una base de datos tan completa debería contener toda la información necesaria para la gestión de los PCB (Cuadro 11). Si hay diferentes propietarios de transformadores, la base de datos tendría acceso a los datos seleccionados de cada propietario para su actualización. El Ministerio de Energía y el Ministerio de Medio Ambiente deberían tener pleno acceso a la base de datos para presentar informes nacionales (artículo 15), para actualizar

del PNA y para obtener una visión general de los progresos de la gestión encaminada la eliminación gradual para 2025 y la eliminación definitiva para 2028. La información resumida de la base de datos puede incluirse en la ONE en aras de la transparencia para el público, teniendo en cuenta la información comercial confidencial.

Desde mediados de la década de 1980, casi todos los fabricantes de transformadores dejaron de utilizar aceites con PCB. Sin embargo, cualquier mantenimiento que utilice equipos «sucios» para filtrar el aceite (con sistemas de vacío) podría ocasionar la contaminación por PCB de transformadores que anteriormente la contenían. Por lo tanto, en la base de datos de transformadores deben distinguirse claramente los aparatos con PCB "puro" (los denominados transformadores PCB o Askarel) y los transformadores que contengan aceite contaminado con PCB. Los transformadores anteriores a 1990 cuyo contenido o placa no estén claros deben considerarse como potencialmente portadores de PCB hasta que se compruebe lo contrario. Asimismo, los transformadores fabricados después de 1990 que hayan tenido un mantenimiento de intercambio de aceite podrían considerarse contaminados con PCB en función de las condiciones del mantenimiento.

Los transformadores siempre aparecen en determinadas bases de datos. El principal problema de estas bases de datos o listas es la calidad y la actualización de los registros. Por lo tanto, se recomienda la elaboración de una base de datos nacional que controle rigurosamente la Calidad de la información y de las actualizaciones.

Cuadro 11 : Información recomendada de la base de datos para transformadores y condensadores de PCB sospechosos o verificados

- Fabricante y número de serie (país de producción, si está disponible)
- Año de producción
- *Tensión superior e inferior (kV o MV)*.*
- Peso total y líquido (en kg o toneladas)
- *Lugar de instalación (por ejemplo, en poste o en el suelo)*.*
- Estado del transformador/capacitor (por ejemplo, corrosión, fugas)
- ¿Pruebas de PCB? (sí o no; tipo de prueba)
- Contenido de PCB (transformador PCB/Askarel o transformador contaminado con PCB (mg/kg))
- En caso de PCB, acciones previstas para un transformador/capacitor sin PCB; tiempo estimado para la eliminación progresiva.
- Equipo de muestreo y fecha del muestreo
 - Barrio (por ejemplo, gasolinera o escuela)
 - Datos sobre lugares de almacenamiento con equipos PCB retirados (cantidad de equipos y aceite)

**Información específica para transformadores*

Es posible que los transformadores y otros equipos que contengan PCB pueden estén fuera de servicio y que se recogen parcialmente en lugares de almacenamiento. Estos equipos requieren un inventario exhaustivo e inclusión en la base de datos. Todos los lugares de almacenamiento y los lugares en los que había y hay equipos con PCB están potencialmente contaminados con PCB y PCDF, por lo que deben incluirse en la base de datos de lugares contaminados con COP para su posterior evaluación (véanse las secciones 6.4 y 6.7.3).

5.2.2 Condensadores PCB

Los condensadores se utilizan ampliamente como partes de circuitos eléctricos en muchos dispositivos eléctricos comunes (Tabla 4). Existen en muchas formas, estilos, longitudes,

circunferencias y de muchos materiales (PNUMA 2021e). Los condensadores pueden dividirse en dos categorías: condensadores de lastre y condensadores de corrección del factor de potencia.

A) Los condensadores de lastre pesan entre unos pocos gramos y hasta uno o dos kilogramos y se utilizaban como condensadores de arranque de motores, en lastres de luz, luces fluorescentes y lámparas de mercurio, electrodomésticos, como aires acondicionados, lavadoras, televisores monocromáticos y hornos microondas (PEN 2016). A menudo no es posible identificarlos. Por lo tanto, se recomienda considerar todos los condensadores producidos antes de 1985 como condensadores de PCB y eliminarlos de acuerdo con la normativa internacional. Una base de datos nacional debería incluir una estimación de los condensadores de lastre restantes y las medidas para gestionar estos condensadores al final de la vida útil de los RAEE, los VFU y los edificios.

B) Los condensadores de corrección del factor de potencia son más grandes y podrían contener información sobre el relleno de PCB. La mayoría de los fabricantes de condensadores utilizaron PCB "puros" durante el periodo de los PCB (entre 1955 y 1985). Los condensadores con PCB verificados y sospechosos con información pertinente (Cuadro 11) se incluirían en la base de datos. Se recomienda tomar fotos de los equipos siempre que sea posible y registrarlas en la base de datos de PCB (PEN 2016).

5.2.3 Disyuntores

Los disyuntores utilizados hasta los años 80 pueden contener los PCB. También pueden contener el gas climático más potente, el SF6 (GWP 23.500), que también debería inventariarse y gestionarse al final de su vida útil.

5.3 Sistemas hidráulicos en minería y otros sectores

Una parte de los PCB se ha utilizado en las denominadas "aplicaciones semiabiertas" en sistemas hidráulicos, principalmente en el sector minero. Otros sistemas hidráulicos con usos de PCB fueron, por ejemplo, sistemas escénicos en teatros, sistemas de transporte y sistemas de bombeo (Tabla 4). Para los países con grandes actividades mineras subterráneas, esta reserva puede ser grande. Por lo tanto, debe evaluarse un inventario de los principales equipos hidráulicos anteriores a 1990 y añadirse a la base de datos nacional los equipos hidráulicos contaminados y sospechosos.

5.4 Base de datos nacional para el inventario de PCB en edificios y construcciones

Entre los años 1950 y 1970 se produjeron más de 300 000 toneladas de PCB (21 %) para aplicaciones abiertas, que son responsables de más del 50 % de todas las liberaciones de PCB (PNUMA, 2019a; Breivik et al., 2007). El Convenio de Estocolmo estipula que cada Parte se esfuerce por identificar otros artículos que contengan más de un 0,005 % de PCB y gestionarlos de manera ambientalmente racional. Uno de los principales usos de los PCB fue en los sellantes elásticos de polisulfuro utilizados en edificios prefabricados de hormigón. Otras construcciones realizadas entre los años 1950 y 1970 contienen PCB, como las presas (sellantes y pinturas) y los puentes metálicos o las piscinas (pintura) en los años 60 y 70 (PNUMA 2019a). Los sellantes con PCB contienen hasta un 25% de PCB y los edificios individuales o los grandes puentes pueden contener más de 1 tonelada de PCB en sellantes o pinturas (Jartun et al. 2009; Weber et al. 2018a).

Los PCB presentes en edificios y construcciones pueden evaluarse, inventariarse y documentarse en el marco de un inventario general de COP en edificios (GGKP 2024a; Capítulo 4). Dicho inventario podría combinarse con un perfil nacional de asbesto (Arachi et al. 2021) y un inventario de asbesto en edificios. En muchos países, el asbesto se utilizó en la construcción en el mismo periodo de tiempo (para algunos países, incluso hasta el presente) y en parte en

los mismos productos (PNUMA 2019a). Podría iniciarse un inventario nacional con los edificios federales, como se hace actualmente para el asbesto en Canadá (Gobierno de Canadá 2022). Se ha elaborado un inventario preliminar de edificios y presas potencialmente afectados por PCB/PCN construidos en las décadas de 1950 a 1970 para Sudáfrica (Weber y Okonkwo, 2019). Una base de datos inicial nacional de COP, asbesto, GEI/SAO en edificios podría albergarse en la ONE o el Ministerio de la Construcción y en un primer paso podría un inventario de edificios federales en función de la fecha de construcción y el período de tiempo de uso de PCB y otros COP en edificios así como asbesto, SAO y GEI (véase el Capítulo 4 y GGKP 2024a).

6 Información nacional sobre plaguicidas COP, COP industriales y no intencionales y lugares contaminados relacionados

6.1 Antecedentes

El artículo 6(1)(e) del Convenio de Estocolmo señala que las Partes se esforzarán por identificar los sitios contaminados con COP. El documento de orientación sobre los PNA sugiere incluir una sección sobre "*Información sobre el estado de los conocimientos sobre sitios y desechos contaminados, identificación, números probables, medidas de remediación y datos sobre emisiones procedentes de los sitios*" (PNUMA 2017a). Recientemente se elaboró un proyecto de orientaciones sobre las MTD y las MPA para la gestión de los sitios contaminados con los COP, que proporciona información para definir los sitios contaminados y un enfoque gradual basado en la ciencia para llevar a cabo la identificación y el inventario y la gestión sostenible de los sitios contaminados con COP (PNUMA 2024).¹³

Aunque no existe una única definición global de sitio contaminado, la mayoría de las definiciones internacionales tienen elementos en común que definen un sitio como contaminado hasta el punto de constituir un peligro para la salud humana y/o el medio ambiente (PNUMA 2024).

Los COP son altamente persistentes en el medio ambiente y generan lugares contaminados por los COP a lo largo de su ciclo de vida: producción, almacenamiento, uso y eliminación. Los sitios contaminados por los COP tienen un alto potencial de causar impactos en la salud humana, contaminar de la cadena alimentaria, causar daños ambientales y perjudicar la biodiversidad (PNUMA 2024). A medida que se añaden nuevos COP al Convenio de Estocolmo, aumenta la escala del problema, ya que tanto las sustancias químicas heredadas como las de uso actual contribuyen a la dificultad de gestionar estos sitios contaminados.

El propósito de un inventario de sitios contaminados es proporcionar la base para la priorización basada en el riesgo y la toma de decisiones sobre investigación adicional, gestión e implementación acciones de contención y/o de remediación. Un inventario exhaustivo permite tener una visión general del alcance de la contaminación dentro de las regiones, los sectores industriales y en todo un país (PNUMA 2024). La información resumida se integraría en el PNA actualizado en la sección sugerida sobre sitios contaminados con COP (PNUMA 2017a).

6.2 Base de datos nacional y SIG para los lugares contaminados por COP

Los sitios contaminados con los COP son una categoría de contaminantes prioritarios y pueden integrarse en una base de datos general de sitios contaminados que tenga en cuenta también otros contaminantes prioritarios (por ejemplo, metales y metaloides preocupantes, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), petróleo/gasolina). Los sitios contaminados por COPs suelen ser sitios con más de un contaminante, estos co-contaminantes son entre otros metales pesados, gasolina (formando líquidos ligeros en fase no acuosa (LNAPLs)) y disolventes clorados (formando líquidos densos en fase no acuosa (DNAPLs)). Muchos países industrializados han desarrollado bases de datos de sitios contaminados (Agencia Europea de Medio Ambiente

¹³ <http://chm.pops.int/?tabid=8779>

2021). La USEPA también ha elaborado bases de datos nacionales de limpieza de sitios específicos (USEPA 2022a). Muchos países cuentan con una base de datos nacional en la que se recopila información relevante sobre los sitios contaminados. En algunos países, los estados federales individuales pueden ser responsables de la gestión de la contaminación del suelo en su territorio y de albergar y actualizar las bases de datos de sitios contaminados (Agencia Europea de Medio Ambiente 2021). La información relevante para la caracterización y gestión de sitios contaminados se recopila en el Cuadro 12 y puede considerarse para una base de datos nacional de sitios contaminados. La ONE podría albergar dicha base de datos nacional y también coordinar una base de datos nacional en países en los que las autoridades estatales provinciales/federales albergan bases de datos regionales.

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se utilizan cada vez más para la gestión de sitios contaminados. Estos SIG se utilizan en proyectos que tratan de un sitio individual y en proyectos a nivel regional y comarcal que tratan de múltiples sitios. Se recopilan más datos utilizando imágenes de teledetección disponibles en Internet, recogidas mediante el uso de drones aéreos y/o escáneres montados en cualquier tipo de vehículo. Con esa información se elaboran modelos digitales del terreno (MDT) que se utilizan como base para el SIG específico del proyecto.

Todos los SIG se utilizan para recoger, almacenar, analizar y presentar datos relacionados con el suelo, los sedimentos del fondo y las aguas subterráneas. Los datos pueden analizarse fácilmente mediante los SIG para, descubrir/revelar y presentar la relación entre la (presencia/ausencia) de los CoC (los COP) y:

- Un co-contaminante determinado
- La posición fisiográfica en el paisaje
- Una textura específica del suelo
- Una posición en el perfil del suelo

En algunos países, los sistemas de información sobre el suelo que utilizan SIG están disponibles en los sitios web¹⁴ para informar al público sobre la contaminación del suelo en su ciudad, región y/o país.

Cuadro 12 : Información recomendada de la base de datos para lugares sospechosos y verificados de estar contaminados por COP

- Historia del sitio (industrias y operaciones pasadas y actuales y acontecimientos que puedan haber causado contaminación; fotografías históricas (aéreas)).
- Descripción y definición del sitio (incluidas coordenadas GPS; disposición pasada y actual del sitio y contaminadores responsables).
- Características del sitio (incluido un modelo conceptual (inicial o desarrollado) del sitio con la fuente o fuentes potenciales, la vía o vías fuente-receptor y el receptor o receptores); informes relacionados, figuras (secciones transversales representativas) y mapas que describan los datos sobre el suelo y las aguas subterráneas.
- Descripción del entorno del sitio con objetos sensibles
- Estado de la evaluación y gestión del sitio
- Contaminantes orgánicos persistentes y otros contaminantes presentes o probablemente presentes; cantidades de diferentes residuos, suelos, sedimentos y aguas subterráneas contaminados.
- Datos de vigilancia medioambiental local o regional
- Niveles de contaminación en el suelo, el agua y la biota, y referencia a informes y publicaciones relacionados.

¹⁴ Por ejemplo: <https://www.nijmegen.nl/diensten/bouwen-en-wonen/bodeminformatie-opvragen>

- Población afectada y otros receptores; participación de la comunidad
- Actividades de ejecución
- Alcance y papel de las acciones de respuesta
- Acciones correctoras (justificación; solución seleccionada para la limpieza; estado de la reparación)

6.3 Lugares contaminados por plaguicidas COP

La información sobre sitios potencialmente contaminados con plaguicidas COP a lo largo del ciclo de vida (producción, formulación, almacenamiento y uso) y desechos/almacenes de plaguicidas y sitios contaminados asociados se recopilaría para la base de datos junto con información sobre sitios individuales (Cuadro 12). El resumen de esta evaluación se integraría en el PNA en la sección sugerida sobre sitios contaminados con COP (PNUMA 2017a).

6.3.1 Lugares de producción de plaguicidas COP

Se han documentado grandes contaminaciones en (antiguos) sitios de producción de plaguicidas COP y vertederos relacionados (Vijgen et al. 2011; Vijgen et al. 2022) y vertederos incontrolados. Por lo tanto, los antiguos sitios de producción y los vertederos/vertederos no controlados relacionados se incluirían en el inventario de sitios contaminados con los COP con información relacionada (Cuadro 12).

6.3.2 Existencias de plaguicidas COP y lugares contaminados relacionados

La gestión de las reservas de plaguicidas COP ha sido y es una actividad principal en los países en desarrollo, especialmente en África y Europa Oriental, el Cáucaso y Asia Central (EECCA) (Vijgen et al. 2018). La mayoría de los países han elaborado un inventario de existencias de plaguicidas en su desarrollo del PNA. La información sobre existencias y desechos de plaguicidas COP y la contaminación relacionada de los suelos/medio ambiente debe estar disponible en una base de datos en el Ministerio de Agricultura o la ONE y debe ser refinada y actualizada a lo largo del tiempo.

Debe existir un mecanismo que garantice que si se descubren nuevas existencias o si se ha eliminado una en un lugar, se actualicen la base de datos y el inventario. Dado que los sitios donde se han eliminado las existencias de plaguicidas a menudo siguen siendo sitios contaminados con suelos impactados, los sitios deben ser transferidos a la base de datos de sitios contaminados con COP con información sobre el estado de los suelos y otra información sobre el sitio (Cuadro 12) (PNUMA 2024).

6.3.3 Uso de pesticidas COP

El uso prolongado de plaguicidas COP puede contaminar lugares. Ejemplos de ello los huevos altamente contaminados con DDT en zonas donde se fumiga DDT para el control de vectores (Bouwman et al. 2015) o el uso de clordecona en las plantaciones de plátanos (Jondreville et al. 2013).

Los datos sobre el uso anterior y actual de dichos plaguicidas deben recopilarse y disponerse en el Ministerio de Agricultura o en la ONE. Las principales zonas de uso anterior de plaguicidas COP pueden indicarse como zonas de riesgo con información seleccionada del Cuadro 12.

6.4 Lugares contaminados con los PCB

Los lugares contaminados con PCB se generan a lo largo de todo el ciclo de vida de dichos compuestos: producción previa y uso en la producción, uso, almacenamiento y mantenimiento de equipos con PCB y tratamiento al final de su vida útil y eliminación con el consiguiente riesgo de exposición para el ganado y la exposición humana (Weber et al. 2018a,b).

6.4.1 Antiguos lugares de producción de PCB y vertederos asociados

Los sitios de producción de PCB fueron grandes emisores de PCB y la contaminación asociada se extendió a los sitios de producción, los vertederos y el medio ambiente en general, incluidos los animales y la población (Kocan et al. 2001; Turrio-Baldassarri et al. 2009; ATSDR 2015). Por lo tanto, los (antiguos) lugares de producción y los vertederos relacionados se incluirían en la base de datos de lugares contaminados por COP con información relacionada (Cuadro 12).

6.4.2 Industrias que han utilizado los PCB en la producción

Algunas industrias de producción han utilizado PCB para la fabricación de transformadores, condensadores, pinturas, sellantes, suelos, papel o textiles. Dichas empresas han utilizado PCB a escala de 100 a 1.000 toneladas, con las consiguientes emisiones y contaminación (Zennegg et al. 2010; Weber et al 2018a,b). Por lo tanto, los sitios donde se utilizaron PCB en la producción y los vertederos relacionados se incluirían en la base de datos de sitios contaminados por COP con información relacionada (Cuadro 12).

6.4.3 Industrias que han utilizado, mantenido y/o almacenado equipos que contienen PCB

Las zonas en las que se utilizaron mantuvieron o almacenaron transformadores con PCB son lugares potencialmente contaminados con PCB. Esto incluye el sector de los servicios públicos, pero también las grandes fundiciones de metales y la industria siderúrgica. Las zonas de mayor riesgo son aquellas en las que se almacenaban o mantenían transformadores. Por lo tanto, los lugares en los que se utilizaron mantuvieron o almacenaron los PCB se incluirían en la base de datos de lugares contaminados por COP como lugares potencialmente contaminados con información relacionada (Cuadro 12).

6.4.4 Gestión de residuos y vertederos de equipos y aceites con PCB

Los lugares contaminados con PCB se generan en el tratamiento al final de la vida útil de aceites y equipos usados con PCB. Esto incluye depósitos de chatarra y vertederos donde se eliminaron equipos o aceites con PCB. Los PCB también han entrado en las industrias metálicas secundarias en forma de chatarra (cobre, aluminio y acero) con liberación asociada. En un estudio reciente de pollos camperos alrededor de fundiciones de metales todos los huevos camperos muestrados alrededor de 21 industrias metálicas estaban por encima de los límites reglamentarios de PCB similares a las dioxinas (Petrlik et al. 2022). Por lo tanto, los lugares donde se gestionaron o eliminaron residuos de PCB figurarían en la base de datos de lugares contaminados por COP como lugares potencialmente contaminados con información relacionada (Cuadro 12).

6.5 Residuos de PBDE, HBB y HBCD y sitios y puntos críticos contaminados

Aunque los PBDE y el HBCD han provocado contaminación ambiental, no existen valores límite establecidos para los PBDE o el HBCD en el suelo, sino sólo normas de calidad ambiental (Weber et al. 2019; PNUMA 2021b). En el caso de los vertederos de África, la contaminación de los suelos circundantes podría estar relacionada con la contaminación de los huevos de gallina y la exposición dio lugar a una elevada superación del Nivel Mínimo de Riesgo (NMR) de la ATSDR de 3 ng/kg/día para los PBDEs bromados más bajos y una duración de exposición intermedia (Oloruntoba et al. 2021). Los datos sugerían que los niveles de Σ 7PBDE (tetraBDE-octaBDE) en el suelo deberían ser inferiores a 10 ng/g (Oloruntoba et al. 2021). Del mismo modo, también se han detectado niveles elevados de HBCD en huevos de gallina. Esto indica que los lugares donde se han liberado PBDE o HBCD pueden suponer un riesgo para los seres humanos y deben ser inventariados.

6.5.1 Antiguos centros de producción de PBDE y HBCD y vertederos asociados

En cuanto a los otros COP, los sitios de producción pueden tener altas concentraciones de PBDE y HBCD en los suelos (Remberger et al. 2004; Deng et al. 2016, McGrath et al. 2017; PNUMA 2021a; PNUMA 2021c). Por lo tanto, los (antiguos) lugares de producción en los que se han utilizado PBDE o HBCD y los vertederos relacionados figurarían en la base de datos de lugares contaminados por COP como potencialmente contaminados con información relacionada (Cuadro 12).

6.5.2 Industrias que han utilizado PBDE o HBCD en la producción

Las empresas que han utilizado PBDE o HBCD en la producción, como los productores de EPS/XPS ignífugo para aislamiento o plástico para la electrónica, así como la fabricación de textiles ignífugos, pueden tener niveles elevados en los suelos, los sedimentos y la biota (Dames y Moore 2000; Remberger et al. 2004; McGrath et al. 2017; PNUMA 2021b; PNUMA 2021c). Por lo tanto, los sitios donde se fabricaron productos ignífugos y los vertederos relacionados se incluirían en la base de datos de sitios contaminados por COP como potencialmente contaminados con información relacionada (Cuadro 12).

6.5.3 Gestión y eliminación de residuos que contienen PBDE y HBCD

La contaminación de los suelos por PBDE y HBCD puede deberse al tratamiento al final de la vida útil de los residuos electrónicos que contienen estos compuestos y de los vehículos al final de su vida útil, en particular a la incineración abierta de los residuos (Alabi et al. 2012; McGrath et al. 2017; PNUMA 2021b; PNUMA 2021c). También se han detectado contaminación por PBDE en los alrededores de plantas trituradoras (Hearn et al. 2012). Los vertederos también liberan PBDE y HBCD en los lixiviados y en los incendios, con la consiguiente contaminación del entorno (Weber et al. 2011; Oloruntoba et al. 2019). Dado que los desechos electrónicos y los vehículos al final de su vida útil contienen múltiples COP (PBDE, HBCD, PCB, PCCC), metales pesados y otros CoC (GGKP 2024a), las zonas donde se vierten o queman abiertamente esos desechos figurarían en la base de datos de sitios contaminados por COP como potencialmente contaminados con información conexa (Cuadro 12).

6.6 Sitios contaminados con PFOS, PFOA, PFHxS¹⁵ y compuestos afines

Los PFOS, los PFOA y los PFHxS¹⁵ contaminan los sitios a lo largo de todo el ciclo de vida que comprende la producción, el uso en la producción, el uso en espumas contra incendios, las emisiones procedentes de productos textiles, alfombras y otros productos durante el uso y las emisiones procedentes del tratamiento al final de la vida útil y la eliminación relacionada con vertederos y lixiviados relacionados y contaminación de aguas subterráneas. Esto puede ocasionar la contaminación del agua potable y del suelo así como la exposición del ganado y de los seres humanos (Weber et al. 2011, 2019; PNUMA 2017b, 2021f, 2022d, 2024; Brusseau et al. 2020; Salvatore et al. 2022; Cordiner et al. 2024).

6.6.1 Lugares de producción de PFOS/PFOA y vertederos asociados

Los lugares de producción de PFOS/PFOA eran y son grandes emisores de PFOS y PFOA, con la consiguiente contaminación de los lugares de producción, los vertederos y el medio ambiente en general, incluidas las aguas subterráneas y potables, la biota/ el ganado y la población (Oliaei et al. 2015; Lerner 2020; Liu et al. 2021). Los lodos procedentes de esta producción se han

¹⁵ El PFHxS se incluyó en junio de 2022 en el Convenio y todavía no se han elaborado orientaciones sobre inventarios. Dado que el PFHxS se utilizaba en una aplicación similar a la del PFOS, pero se producía en cantidades mucho menores y también está presente de forma no intencionada en el PFOS, se sugiere considerar principalmente el PFOS y el PFOA, pero incluir el PFHxS como co-contaminante hasta que se disponga de una orientación sobre inventarios.

comercializado como biosólidos y han contaminado amplias zonas (Washington et al. 2010; Consejo Nómico de Ministros 2019).

Por lo tanto, los antiguos lugares de producción y los vertederos relacionados, así como las zonas en las que se aplicaron lodos residuales, figurarían como posibles sitios contaminados por los COP en la base de datos con la información correspondiente (Cuadro 12).

6.6.2 Industrias que han utilizado PFOS, PFOA o sustancias afines en la producción

Diversas industrias de producción han recurrido al empleo de compuestos como el PFOS o el PFOA en la producción de fluoropolímeros, en el ámbito del chapado y en la producción de papel tratado en superficie, así como en los sectores textiles, del cuero y de la producción alfombras (PNUMA 2017b, 2022d). Se han documentado grandes contaminaciones por emisiones procedentes de la producción de fluoropolímeros (Bao et al. 2011; Gebbink y van Leuven 2020; Liu et al. 2021). Asimismo, los vertidos de otras industrias han ocasionado la contaminación de aguas subterráneas, aguas superficiales y suelos en los sitios de producción (por ejemplo, USEPA 2022c; Qu et al. 2020). La gestión inadecuada de los lodos provientes de esas fábricas también puede dar resultar en la formación de enormes sitios contaminados (Consejo Nómico de Ministros 2019). En consecuencia, los antiguos sitios donde se utilizaron los PFOS, los PFOA o sustancias afines en el proceso de producción y los vertederos asociados, así como las áreas donde se eliminaron lodos o se utilizaron como biosólidos, pueden figurar como posibles lugares contaminados por COP en la base de datos con información conexa (Cuadro 12).

6.6.3 Usos abiertos de los PFOS en espumas contra incendios y perforaciones petrolíferas

El mayor número de lugares contaminados con los PFOS, los PFOA y los PFHxS se ha generado a partir del uso de espumas contra incendios de clase B, como la espuma acuosa formadora de película (AFFF por sus siglas en inglés) (Hu et al. 2016; PNUMA 2017b, 2022d). Las áreas en las que se han utilizado y se utilizan espumas contra incendios que contienen PFOS son aeropuertos, perforaciones de petróleo y gas, refinerías, emplazamientos industriales, instalaciones militares, lugares de almacenamiento de combustible y grandes centrales eléctricas e instalaciones sensibles al fuego en las que se practica la extinción de incendios con frecuencia. La limpieza de equipos de extinción de incendios, como los camiones, también puede provocar la aparición de sitios contaminados (Cornelsen et al. 2021). Las grandes instalaciones fijas de espuma de extinción de incendios también han probablemente dado lugar a sitios contaminados por las pruebas anuales. Además, en los sitios de perforación petrolífera, se utilizaron el PFOS y el PFOA para la exploración de pozos petrolíferos. Por consiguiente, los emplazamientos en los que se utilizan/utilizaron espumas contra incendios con PFAS figurarían en la base de datos de emplazamientos contaminados con COP como potencialmente contaminados con información correspondiente (Cuadro 12).

6.6.4 Usos abiertos de PFOS y PFOA y sustancias afines en plaguicidas

La sulfluramida, una sustancia relacionada con los PFOS se utiliza/utilizaba como insecticida contra hormigas y cucarachas y su uso contra las hormigas cortadoras de hojas es una finalidad aceptable en el Convenio de Estocolmo. Las zonas en las que se utilizaron estos plaguicidas pueden considerarse contaminadas por PFOS. El PFOA y sustancias afines también se han utilizado en plaguicidas como ingredientes inertes o agentes antiespumantes (PNUMA 2022c). Además, la USEPA documentó que los envases de PE fluorado de alta densidad contienen PFOA y otros PFAS y contaminan el plaguicida con su liberación al medio ambiente (USEPA 2022b).

Por consiguiente, los lugares donde se utilizaron PFOS o PFOA y sustancias afines como plaguicidas o donde se utilizaron plaguicidas envasados en recipientes de plaguicidas fluorados

figurarían en la base de datos de lugares contaminados por COP como potencialmente contaminados con la información correspondiente (Cuadro 12).

6.6.5 Gestión de residuos y vertederos de PFOS/PFOA y sustancias afines

Los lugares donde se eliminaron residuos que contenían PFOS/PFOA y sustancias afines pueden considerarse un depósito a largo plazo para la emisión y contaminación de PFOS y PFOA al medio ambiente y, en particular, a las aguas subterráneas y superficiales (Oliaei et al. 2015; Prop et al. 2021) con riesgo para el agua potable y de riego (Hu et al. 2016; Costello y Lee 2020; Liu et al. 2021). La mayor parte de los PFOS y una parte considerable de las sustancias relacionadas con los PFOA se han utilizado en polímeros fluorados de cadena lateral en alfombras, textiles, papel y muebles (Fricke y Lahl 2005; OCDE 2022) que finalmente terminaron en los vertederos en los últimos 60 años. Su degradación es lenta y su vida media oscila entre varias décadas y un siglo (Washington et al. 2015).

Además, los lugares donde se almacenan y se procesan grandes cantidades de residuos, como las estaciones de transferencia de residuos o las incineradoras de residuos, pueden liberar altos niveles de PFAS al medio ambiente a través de los lixiviados (Liu et al. 2022).

Por consiguiente, los lugares en los que se almacenaron grandes cantidades de residuos que contenían PFOS y PFOA y en los que se eliminaron dichos residuos figurarían en la base de datos de lugares contaminados por los COP como posibles lugares contaminados con la información correspondiente (Cuadro 12), en particular en lo que respecta al riesgo para las aguas subterráneas y potables.

6.7 Inventario de fuentes de emisión y lugares contaminados por PCDD/PCDF y otros COP no intencionales (UPOP)

6.7.1 Antecedentes

Junto con los bifenilos policlorados (PCB), los naftalenos policlorados (PCN), el hexaclorobenceno (HCB) y las dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y los dibenzofuranos policlorados (PCDF), el hexaclorobutadieno (HCBD) está incluido en el Anexo C del Convenio de Estocolmo (SC) como COP producido de forma no intencional (UPOP por sus siglas en inglés). Los PCB, PCN, HCB y PeCB también se han producido industrialmente y se han utilizado en varias aplicaciones (por ejemplo, en el capítulo 0), pero los PCDD/PCDF no se produjeron comercialmente con la exención de las normas analíticas y no tienen ningún uso conocido. La formación y/o emisión de PCDD/PCDF y otros UPOP se debe principalmente a:

- Procesos de producción química: por ejemplo, la producción de cloro, fenoles clorados, PCB y otros compuestos aromáticos clorados; la producción de disolventes clorados; el uso de cloro en procesos industriales como la producción de magnesio o pulpa y papel
- Procesos térmicos y de combustión, como la destrucción de los COP y otros residuos que contienen organoclorados, la incineración de residuos, el tratamiento térmico de chatarra metálica y la quema al aire libre de los residuos

El inventario de emisiones de las fuentes de UPOPs se recopilaría y actualizaría en una base de datos nacional albergada por la ONE u otra institución gubernamental apropiada (véase la sección 6.7.2).

Dado que la mayoría de los PCDD/PCDF y otros UPOP son muy persistentes en los suelos durante décadas e incluso siglos, se han ido acumulando en suelos y sedimentos a lo largo del tiempo a partir de estas fuentes con la consiguiente exposición de la biota, incluido el ganado y los pollos/huevos (PNUMA 2013b; Weber et al. 2008, 2018b; Petrlik et al. 2022). Por lo tanto, el inventario de los lugares contaminados por los UPOP se recopilaría y actualizaría en una base de datos nacional alojada por la ONE u otra institución gubernamental adecuada y tendría en cuenta la producción de alimentos (véase la sección 6.7.3).

6.7.2 Recopilación de datos para el inventario de fuentes de COP no intencionales

El Convenio de Estocolmo exige en el artículo 5a(i) "Una evaluación de las emisiones actuales y previstas, incluida la elaboración y el mantenimiento de inventarios de fuentes y estimaciones de emisiones, teniendo en cuenta las categorías de fuentes identificadas en el anexo C". Las categorías de fuentes se recopilan en el la Caja de Herramientas (Toolkit) del PNUMA para la identificación y cuantificación de los COP no intencionales (PNUMA 2013a) que puede utilizarse para desarrollar una base de datos nacional en la ONE para recopilar las tasas de actividad (por ejemplo, residuos incinerados, o toneladas de acero o cemento producidas). Para la recopilación de estas tasas de actividad y la selección de las categorías de fuentes relacionadas se puede utilizar la plantilla Excel del PNUMA disponible en la página de descargas del Toolkit¹⁶ para calcular la emisión de UPOPs (PNUMA 2013a). Por consiguiente, el ONE podría utilizar la hoja Excel del Toolkit¹⁶ para recopilar los datos del inventario de PCDD/PCDF y utilizarlos para la presentación de informes.

Dado que los PCDD/PCDF y los otros COP no intencionales incluidos (PCB, PCN, HCB y PeCB) se forman juntos durante la incineración y otros procesos térmicos, el Toolkit recomienda, por razones prácticas, que las actividades de inventario se centren en los PCDD/PCDF, ya que estas sustancias son indicativas de la presencia de otros COP no intencionales (PNUMA 2013a). Para estas fuentes se considera que los PCDD/PCDF constituyen una base suficiente para identificar y priorizar fuentes y medidas de control para todos los COP del Anexo C y para evaluar su eficacia.

No obstante, la plantilla para la presentación de informes conforme al Artículo 15 incluye, también de una plantilla para PCDD/PCDF adicional a las plantillas para otros UPOP. Por lo tanto, también es posible calcular y notificar datos sobre otros UPOP. Para algunas fuentes, el Toolkit del PNUMA incluye determinados factores de impacto para otros UPOP (en particular los PCB) o HCB que pueden calcularse con tasas de actividad.

6.7.3 Inventario y recopilación de datos sobre PCDD/PCDF y otros lugares contaminados por UPOP

A lo largo del último siglo, los suelos y sedimentos han acumulado los PCDD/F y otros UPOP debido a las emisiones procedentes de la aplicación de organoclorados que contienen dichos compuestos (PCP, 2,4,5-T o PCB). Por ejemplo, el uso de PCP como plaguicida entre los años 1950 y 1980 ha generado grandes zonas contaminadas con PCDD/PCDF por ejemplo en Australia, China, Japón o Surinam, en arrozales, plantaciones de caña de azúcar o piña o en áreas destinadas al control de caracoles (Weber et al. 2008). Asimismo, la emisión a largo plazo procedente de incineradoras, industrias metalúrgicas o quemas al aire libre ha contaminado los suelos (Vernez et al. 2023; Weber et al. 2008; PNUMA 2013b). Los sitios, suelos y sedimentos contaminados con PCDD/F procedentes de las emisiones del pasado siguen siendo relevantes para la contaminación de los alimentos (por ejemplo, pescado, pollo/huevos, ganado de pastoreo y leche y productos lácteos) y deben mapearse y gestionarse para reducir la exposición humana (Weber et al. 2018b; Petrlik et al. 2022). Además, las fuentes de reserva, como los vertederos/vertederos de producción de cloro y organoclorados pueden contener grandes cantidades de PCDD/PCDF y otras UPOP que deben conocerse.

El Toolkit del PNUMA ha enumerado las principales categorías de fuentes de posibles PCDD/PCDF y otros sitios contaminados por los UPOP con descripciones asociadas (PNUMA 2013b) y recopilado estudios de caso.¹⁷

¹⁶ El Toolkit Excel del PNUMA puede descargarse aquí <http://toolkit.pops.int/Publish/Main/Download.html>

¹⁷ http://toolkit.pops.int/Publish/Annexes/E_11_Example11.html

Cuadro 13 : Principales categorías de fuentes de PCDD/PCDF y sitios lugares contaminados por los UPOP

El Toolkit sobre dioxinas/UPOP del PNUMA enumera las principales categorías de sitios contaminados (PNUMA 2013b):

- Producción de cloro (en particular, procesos cloroalcalinos que hayan utilizado electrodos de grafito)
- Sitios de producción de productos orgánicos clorados (por ejemplo, clorofenoles, pesticidas clorados, PCB) o precursores de HCB (por ejemplo, percloroeteno, tricloroeteno, tetraclorometano) y depósitos de residuos.
- Lugares de aplicación de plaguicidas y otros productos químicos que contienen PCDD/PCDF
- Fabricación y tratamiento de la madera (uso de PCP en la conservación de la madera)
- Fábricas textiles y de cuero (uso de PCP, cloranil y otros)
- Lugares de uso y almacenamiento de los PCB
- Fábricas que hayan utilizado cloro elemental en procesos de producción (por ejemplo, producción de magnesio o de pulpa y papel).
- Incineradoras de residuos y vertederos de cenizas
- Industrias metalúrgicas enumeradas en el anexo C del SC
- Accidentes graves de incendio
- Dragado de sedimentos, depósitos de material de dragado (náutico) y llanuras aluviales contaminadas
- Vertederos de desechos/residuos de los grupos de fuentes 1-9 del Toolkit del PNUMA

7 Recomendaciones para mejorar el marco de datos de apoyo a los inventarios de COP

7.1 Fortalecer la Oficina Nacional de Estadística y el Sistema Estadístico Nacional (SEN)

Se recomienda fortalecer la Oficina Nacional de Estadística (ONE) y el Sistema Estadístico Nacional (SEN)¹⁸ con los elementos enumerados en el Cuadro 14, incluidas las recomendaciones para la mejora de las ONE, de acuerdo con el Manual del Marco Nacional de Garantía de la Calidad (MNCA) (Naciones Unidas 2019) y establecer y promover un diálogo entre la ONE y los ministerios competentes que poseen datos y los que los necesitan.

Cuadro 14 : Recomendación para fortalecer la ONE INE y el SEN en materia de recopilación y gestión de datos

- Desarrollar o mejorar el Marco Nacional de Garantía de la Calidad basándose en principios básicos (véase Naciones Unidas 2019).

¹⁸ El SEN es el conjunto de organización y unidades estadísticas (agencias estadísticas) dentro de un país que desarrollan, producen y difunden estadísticas oficiales en nombre del gobierno nacional (y otros niveles de gobierno). Es responsabilidad de cada país definir el alcance de su SEN (véase también organismos estadísticos, proveedores de datos y productores de estadísticas y ecosistema de datos) (Naciones Unidas 2019).

- Apoyar un sistema coherente y sólido para la gestión de la calidad estadística que garantice la confianza y la calidad de las estadísticas oficiales sobre los COP y otros productos químicos preocupantes, teniendo en cuenta los elementos descritos en la Guía para la QA/QC de los datos sobre COP (GGKP 2024c).
- Mejorar el diálogo entre los ministerios competentes y las ONE. Las distintas necesidades de datos de la ONE se recopilan en los distintos Cuadros del presente informe. El equipo de la ONE debería evaluar qué datos están disponibles y qué datos adicionales deben generarse e introducirse en el banco de datos de la ONE
- Determinar qué información adicional se necesita y explorar de qué ministerios y otras partes interesadas se puede obtener dicha información.
- Determinar qué datos pertinentes para los inventarios de COP debe albergar la ONE y qué datos deben albergar otras partes interesadas (por ejemplo, inventario de PCB posiblemente a cargo del sector de servicios públicos);
- Garantizar una visión a largo plazo de la necesidad de desarrollo de la capacidad estadística para los datos relevantes para el medio ambiente y dónde deberían estar las ONE/los SEN dentro de un plazo de cinco a diez años, y establecer hitos para conseguirlo.¹⁹
- Promover el acceso abierto a los datos y su uso, y mejorar la accesibilidad de las estadísticas²⁰ para gestionar por resultados, mejorar la eficacia del gobierno y aumentar la confianza de los ciudadanos
- Aumentar los recursos destinados a los sistemas estadísticos: promover las asignaciones nacionales a las estadísticas e integrar y alinear el apoyo externo a las estadísticas en el programa de asistencia al desarrollo (Naciones Unidas 2019);
- Desarrollar programas para aumentar los conocimientos y habilidades necesarios para utilizar las estadísticas (Naciones Unidas 2019);

Algunos países nunca han sido objeto de estadísticas oficiales, por lo que no se dispone ni de los datos respectivos ni de los conceptos y metodologías de medición. Incluso para aquellos indicadores cuya producción estadística sería factible, no necesariamente están desarrolladas las capacidades estadísticas. Por lo tanto, es fundamental garantizar que que los países dispongan de los recursos necesarios para recopilar estos datos. Las estrategias deben acordarse, adoptarse y aplicarse a escala nacional y mundial (Naciones Unidas 2019).

Muchos ONE también necesitan mejorar su capacidad para generar datos para los indicadores de los ODS, incluidos los datos sobre productos químicos y residuos. Dentro de la evaluación de los ODS hay indicadores relacionados con la mejora del desarrollo de capacidades y las alianzas mundiales, incluido el desarrollo de capacidades para mejorar la disponibilidad y la calidad de los datos:²¹

- Indicador 17.18 "para 2020, apoyar a los países en desarrollo, incluidos los países menos adelantados y los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, para que aumenten significativamente la disponibilidad de datos de alta calidad, oportunos y fiables, desglosados por ingresos, sexo, edad, raza, origen étnico, situación migratoria, discapacidad, ubicación geográfica y otras características pertinentes en los contextos nacionales".

¹⁹ https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.30/2019/mtg1/WP31_Suchodolska_slides_ENG_revised_again.pdf

²⁰ <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/enhanced-data-access.htm>

²¹ <https://w3.unece.org/sdg2022/story-12.html>

- Indicador 17.19: "Para 2030, aprovechar las iniciativas existentes para elaborar mediciones de los progresos en materia de desarrollo sostenible que complementen el producto interior bruto, y apoyar la creación de capacidad estadística en los países en desarrollo".

7.2 Consideraciones sobre un inventario global de plásticos y recursos de los tres sectores

Algunos de los sectores del inventario de COP contienen grandes recursos como metales o plástico, como el sector del transporte, el sector de la construcción y los AEE y residuos relacionados (RAEE). Estos tres sectores pueden contener más del 50% de todas las existencias actuales de plástico de un país debido a su larga vida útil (Patel et al. 1998). Estos sectores también contienen una gran parte de las existencias de metales, que son existencias clave para una economía circular (Agencia Alemana de Medio Ambiente 2021).

Para promover la recuperación de recursos a partir de residuos (Purnell et al. 2019), una base de datos nacional sobre estos sectores en la ONE podría incluir contaminantes y recursos como base para desarrollar y promover una economía circular limpia mediante la mejora de la recuperación de recursos (incluido el plástico) y la gestión de los COP y otros CoC procedentes de sectores importantes como los vehículos, los AEE y el sector de la construcción (GGKP 2024a).

Reuadro 15 : Recomendación para un inventario global de plásticos en los tres principales sectores de plásticos relevantes para los COP.

- Un inventario global del plástico en los tres sectores (AEE, transporte* y construcción) que contenga información sobre el plástico afectado y no afectado o los polímeros más pertinentes. Para los datos y la estimación, véanse el Cuadro 2 y el Cuadro 4 para una estimación de la cantidad de plástico en los AEE/RAEE y los vehículos. Los datos necesarios para el plástico/polímero utilizado en la construcción se recopilan en los Cuadros 5 a 10.

**También podría incluir información sobre piezas de repuesto de vehículos y comercio y negocios relacionados*

7.3 Desarrollo de estadísticas sólidas para AEE/RAEE, el sector del transporte y el sector de la construcción

La División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente contribuyen al desarrollo de la Base de Datos Internacional de Estadísticas Medioambientales de la UNSD mediante una recogida bienal de datos. Este Marco de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales (FDES)²² incluye nacionales un Subcomponente 3.3 «Generación y Gestión de Residuos» para la generación de datos estadísticos. Aunque para los residuos electrónicos se ha desarrollado una sección detallada en el cuestionario, no se ha desarrollado (todavía) lo mismo, ni se ha solicitado aún para el sector del transporte o el sector de la construcción. Es posible que se solicite en el futuro.

Cuadro 16 : Recomendación para elaborar estadísticas sólidas sobre los AEE/RAEE, el transporte y el sector de la construcción

- Desarrollar estadísticas sólidas para el sector del transporte y el sector de la construcción.

²² La estructura del FDES vincula las estadísticas sobre residuos a la Clasificación Industrial Uniforme (CIIU), lo que facilita la integración con las estadísticas económicas. Es posible vincularla aún más al Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) y al Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SEEA).

- La ONE rellenaría los datos nacionales de este cuestionario basándose en los datos disponibles en su base de datos en el mejor de los casos. Si se necesitaran más datos, se pondría en contacto con otras instituciones para obtenerlos o se iniciarían y llevarían a cabo actividades de inventario para generarlos.
- La información detallada sobre residuos peligrosos específicos, como residuos de los COP y los COP en productos en uso y existencias, debe estar disponible a nivel nacional en la ONE y otras instituciones.
- Ampliando ligeramente los niveles de detalle para la recopilación de información sobre las categorías de AEE/RAEE (véase el Cuadro 1), la base de datos de la ONE o de un ministerio responsable de RAEE y AEE (uso/importación) incluiría información que proporciona datos relevantes para el inventario de los COP (Cuadro 1) y los datos más generales necesarios para informar al FDES.
- Podría elaborarse un inventario más detallado en el marco de los inventarios de los COP para el Convenio de Estocolmo y de CFC, HCFC y HFC para la CMNUCC y el Protocolo de Montreal para el sector del transporte y el sector de la construcción. Esto podría servir en el futuro como datos para el Marco de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales.

7.4 Otros productos químicos preocupantes incluidos en los AMUMA para los que se necesitan datos de inventario conexos

Para una gestión eficaz de los COP, es importante utilizar o, en su caso, ampliar las sinergias entre los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente (AMUMA) mundiales pertinentes en materia de productos químicos, basándose en la división de tareas. La importancia de la cooperación ha aumentado en los últimos años.

En una encuesta para un informe del PNUMA (PNUMA 2018) sobre la experiencia en el desarrollo y la aplicación de los PNA para el Convenio de Estocolmo, el 95% de las Partes entrevistadas (todos países en desarrollo) confirmaron que la labor del convenio estaría vinculada la labor en otros acuerdos multinacionales: los Convenios de Basilea y Rotterdam, el Convenio de Minamata sobre el Mercurio, el Protocolo de Montreal y el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM). Esta aplicación sinérgica se vio impulsada principalmente por falta de suficientes recursos humanos y financieros, que dificultaban el cumplimiento de los AMUMA por separado. En este sentido, el enfoque sinérgico ha demostrado ser el más rentable y viable desde el punto de vista técnico. Desde esta perspectiva, debería estudiarse cómo fomentar el desarrollo de capacidades nacionales para el convenio (y otros convenios sobre sustancias químicas) y cómo lograr que el SAICM pueda interrelacionarse más estrechamente en el futuro con los países en desarrollo para compartir información y conocimientos, asistencia técnica y financiar mejor la gestión internacional de las sustancias químicas.

Cuadro 17 : Recomendación sobre un enfoque integrado para la evaluación de los COP y otros CoC incluidos en los AMUMA

Para un enfoque integrado, se deben tenerse en cuenta y utilizarse las sinergias en los sectores en los que están presentes los COP y otros CoC (véanse las secciones 2.1.2, 3.1.2 y 4.1.2):

- Recopilación de datos e inventario de los COP junto con las SAO, los GEI y el mercurio en los principales sectores de uso (AEE, transporte y sector de la construcción).

- Ampliación de las sinergias entre los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente (AMUMA) mundiales pertinentes en materia de productos químicos.

Podrían desarrollarse enfoques sinérgicos para el inventario en el marco de los inventarios de los COP para el Convenio de Estocolmo en cooperación con los inventarios de CFC, HCFC y HFC para la CMNUCC y el Protocolo de Montreal (SAO). Esto puede contribuir a la disponibilidad de futuros datos coordinados para el Marco de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Estadísticas Medioambientales. Esta sinergia también puede ampliarse a la gestión de residuos, según proceda.

7.5 Elaboración de un catálogo nacional de residuos que incluya códigos para los residuos que contengan COP

Para gestionar residuos y contaminantes como los COP en los residuos, es necesaria una categorización de los residuos, que incluya, por ejemplo, la definición de residuos peligrosos y los límites de los COP que los definen como tales (por ejemplo, bajo contenido de COP u otros límites como los definidos, por ejemplo, en la legislación alemana²³). Dada la importancia creciente de las políticas relacionadas con los residuos, la recomendación principal a los proveedores oficiales de estadísticas nacionales es que elaboren un plan de trabajo nacional sobre estadísticas de residuos (CEPE 2021). Los inventarios de los COP pueden, por un lado, contribuir a esas estadísticas sobre residuos en diferentes sectores que a menudo no están disponibles en las economías emergentes. Por otro lado, el desarrollo de una estadística nacional de residuos puede proporcionar una base de datos para la parte del inventario de COP en los residuos al final de su vida útil. El desarrollo de un catálogo robusto de residuos es también fundamental para generar datos estadísticos robustos sobre categorías de residuos.

Los residuos de madera están parcialmente tratados con COP u otros CoC (por ejemplo, creosota/PAH o arseniato de cobre cromado (CCA)) y se acumulan en diversas formas, composiciones y cantidades. Esto incluye, por ejemplo, la madera y los residuos de materiales derivados su transformación, así como la madera procedente de residuos de la construcción, así como productos de madera usados, como muebles o embalajes.

Cuadro 18 : Recomendación sobre la evaluación, el desarrollo o la mejora del catálogo nacional de residuos, incluidas las categorías de residuos que contienen los COP

Las estadísticas oficiales de residuos existentes y el catálogo de residuos deben revisarse y, en caso necesario, actualizarse o desarrollarse para garantizar que:

- sean coherentes con los conceptos, el ámbito de aplicación, las definiciones y las clasificaciones utilizadas en los cuestionarios internacionales de la ONU (UNSD y PNUMA 2022), el modelo de informe del Convenio de Basilea y, por ejemplo, las categorías de residuos de la OCDE/Eurostat
- tengan en cuenta las principales fracciones de residuos que contienen los COP (por encima de los límites bajos de COP), por ejemplo
 - los residuos que contengan PCB, plaguicidas COP o PFOS/PFOA/PFHxS
 - determinadas fracciones plásticas de los RAEE, la construcción y el transporte que contengan los COP (GGKP 2024a)
 - determinadas fracciones de residuos de madera (teniendo en cuenta también otros CoC)

²³ Una normativa alemana define el límite de los COP a partir del cual determinados residuos de los COP se consideran residuos peligrosos, además de establecer límites bajos de los COP para la gestión ambientalmente racional de las respectivas fracciones de residuos COP.

- sean aptos para responder a las necesidades de las políticas nacionales e internacionales relacionadas con los residuos.
- establezcan normas nacionales de eliminación ambientalmente racional para las respectivas categorías de residuos, con el fin de garantizar el reciclaje adecuado e inocuo de los residuos de madera.
- desarrollen y establezcan requisitos detallados para el reciclaje y la recuperación de energía, así como para la eliminación de estos residuos

7.6 Recomendación sobre la información pertinente para el desarrollo de la base de datos sobre los equipos y edificios que contienen los PCB

En la sección 6, se recopila información clave sobre las necesidades de inventario de PCB, incluida información sobre aplicaciones cerradas y abiertas. La información sobre bases de datos recomendadas para equipos con PCB sospechosos/verificados se recopila en el Cuadro 11 de la sección 5.2. La información sobre las bases de datos recomendadas para PCB en edificios figura en la sección 5.4 y también está relacionada con la sección 4.2.6.

7.7 Recomendación sobre bases de datos de información de lugares contaminados por COP

En la Sección 6, se describe la importancia de una base de datos sobre los sitios contaminados con los COP, incluida la información clave sobre los COP individuales y su relevancia para los sitios contaminados con estos compuestos a lo largo del ciclo de vida. En el Cuadro 12 se recopila la información recomendada para una base de datos de los sitios contaminados con los COP sospechosos y verificados.

7.8 Mejora de los informes personalizados y de los Códigos HS de los datos de Comtrade

El Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA) fue desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas para clasificar productos y describir todas las mercancías que pueden ser objeto de comercio internacional. Para que las mercancías crucen con éxito las fronteras internacionales, debe declarar el código correcto del HS. Este código determina el tipo de derecho e impuesto que debe pagarse por el artículo en cada país.

El sistema de códigos del HS utiliza internacionalmente un número de seis dígitos como base para la posterior clasificación local por países o regiones (véase GGKP 2024b). El Sistema Armonizado incluye 5.300 descripciones de artículos o productos que se presentan como «partidas» y «subpartidas». El importador o exportador tiene la responsabilidad legal de clasificar correctamente las mercancías enviadas. En teoría, todos los países que utilizan el Acuerdo del SA deberían clasificar un producto determinado con la misma sección, capítulo, partida y subpartida del SA. Sin embargo, en la práctica, esto puede ser diferente. Además, las aduanas de los países pueden tener problemas para obtener las estadísticas y los informes adecuados. Los 180 países miembros de la OMC que utilizan el Acuerdo del SA deben clasificar un producto determinado con el mismo código de seis dígitos del SA²⁴ (sección, capítulo, partida y subpartida); no todos los países aplican la misma versión del SA y las normas de forma idéntica (GGKP 2024b). La notificación a la base de datos UN Comtrade no siempre es coherente o no se realiza para determinadas exportaciones (GGKP 2024b).

²⁴ Algunos países o regiones utilizan códigos de 8, 10 o más dígitos (GGKP 2024b). Pero todos se basan en los códigos de seis dígitos, que son los 6 primeros.

Se han establecido códigos específicos HS para determinados COP mientras que para varios COP producidos actualmente no se dispone de códigos HS específicos, sino que a menudo se importan con códigos HS no específicos, por ejemplo, para productos químicos importados o productos que pueden contener o no los COP (GGKP 2024b). Además, se importa la mayor parte de los COP industriales en productos como plásticos plastificados o ignífugos (por ejemplo, PVC, caucho o espuma de poliuretano en aerosol) o productos que contienen dichos polímeros.

Para un control coherente de las importaciones de COP y COP en productos y su inventario y transferencia de información a la ONE u otras instituciones, se recomienda disponer de un mecanismo para utilizar y evaluar sistemáticamente los códigos HS y supervisar las importaciones que contengan COP o que puedan contenerlos (Cuadro 19).

Cuadro 19 : Recomendación para el uso del código SA y los informes personalizados

A continuación se ofrecen recomendaciones para utilizar los códigos HS y los informes personalizados de manera adecuada.

- Utilice la edición más reciente de la Nomenclatura SA 2022 (séptima edición) establecida en virtud del Convenio Internacional del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, que entró en vigor desde el 1 de enero de 2022.
- Capacitar a las autoridades aduaneras, las empresas y las autoridades sobre el uso y la notificación de los códigos del SA
- Para la exportación de los COP o mezclas que los contengan, debe garantizarse la aplicación coherente de los códigos HS correspondientes.
- Si se importan los productos químicos con códigos HS específicos para los COP, deberá establecerse un mecanismo para evaluar su uso posterior y comprobar si existe una exención para su uso, incluidas las medidas y restricciones correspondientes si no se registra ninguna exención. Se tendrán en cuenta los correspondientes documentos de orientación de la Secretaría del BRS sobre la importación y exportación de los COP y su seguimiento seguimiento (PNUMA 2019b, 2021g). Las importaciones de COP descubiertas se incluirán en la base de datos de la ONE.
- Si se aplica el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA o GHS por sus siglas en inglés), las importaciones y exportaciones de productos químicos irán acompañadas de fichas de datos de seguridad (FDS) y números CAS. Estos números CAS son específicos para un determinado producto químico y pueden utilizarse como identificador de los COP si los códigos del HS para estos COP no son específicos. Se recomienda un mecanismo de evaluación o control al azar de las sustancias químicas o productos importados con códigos HS bajo los cuales se puedan importar COP (PNUMA 2021g).

Referencias

- Abbasi G, Buser AM, Soehl A, Murray MW, Diamond ML (2015). Stocks and flows of PBDEs in products from use to waste in the U.S. and Canada from 1970 to 2020. (Existencias y flujos de PBDE en productos desde su uso hasta su eliminación en EE.UU. y Canadá de 1970 a 2020) *Environ. Sci. Technol.* 49, 1521– 1528.
- Alabi OA, Bakare A A, Xu X, Li B, Zhang Y, Huo, X. (2012). Comparative evaluation of environmental contamination and DNA damage induced by electronic waste in Nigeria and China. (Evaluación comparativa de la contaminación ambiental y los daños en el ADN inducidos por los residuos electrónicos en Nigeria y China) *Science of the Total Environment*, 423, 62-72.
- Arachi D, Furuya S, David A, Mangwi A, Chimed-Ochir O, Lee K, Tighe P, Takala J, Driscoll T, Takahashi, K. (2021). Development of the "National Asbestos Profile" to Eliminate Asbestos-Related Diseases in 195 Countries. (Elaboración del «Perfil Nacional del Asbesto» para Eliminar las Enfermedades Relacionadas con el Asbesto en 195 Países) *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1804. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041804>
- ATSDR (2006). Mercury-Containing Polyurethane Floors in Minnesota Schools. Atlanta, GA (Suelos de poliuretano con mercurio en las escuelas de Minnesota. Atlanta, GA: EE. UU: Departamento de Salud y Servicios Humanos. Agencia Para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades) U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Available at <http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/MercuryVaporReleaseAthleticPolymerFloors/MercuryVaporRelease-FloorsHC092806.pdf>
- ATSDR (2015). Anniston Community Health Survey. (Encuesta sobre la salud en la comunidad de Anniston Agencia Para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. https://www.atsdr.cdc.gov/sites/anniston_community_health_survey/overview.html
- Babayemi JO, Nnorom IC, Osibanjo O, Weber R (2019). Ensuring sustainability in plastics use in Africa: consumption, waste generation, and projections. (Garantizar la sostenibilidad del uso de plásticos en África: consumo, generación de residuos y proyecciones.) *Environmental Sciences Europe*, 31(1), 1-20.
- Babayemi JO, Nnorom IC, Weber R (2022). Initial assessment of imports of chlorinated paraffins into Nigeria and the need of improvement of the Stockholm and Rotterdam Convention. (Evaluación inicial de las importaciones de parafinas cloradas en Nigeria y necesidad de mejorar los Convenios de Estocolmo y Rotterdam) *Emerg. Contam.* 8, 360-370 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2022.07.004>
- Babayemi JO, Nnorom IC, Weber R. (2025) Comprehensive inventory of imports of electrical and electronic equipment and related plastics and POPs plastic additives into Nigeria in the past 32 years (1990–2022). (Inventario exhaustivo de las importaciones de equipos eléctricos y electrónicos y plásticos relacionados y aditivos plásticos COP en Nigeria en los últimos 32 años (1990-2022)). *Emerging Contaminants*. 11(1), 100423.
- Bao J, Liu W, Liu L, Jin Y, Dai J, Ran X et al. (2011). Perfluorinated Compounds in the Environment and the Blood of Residents Living near Fluorochemical Plants in Fuxin, China. (Compuestos perfluorados en el medio ambiente y la sangre de los residentes que viven cerca de plantas fluoroquímicas en Fuxin, China.) *Environ Sci Technol* 45:8075–8080. <https://doi.org/10.1021/es102610x>
- Blum A, Behl M, Birnbaum L, Diamond ML, Phillips A, Singla V, Sipes, N. S., Stapleton, H. M., & Venier, M. (2019). Organophosphate Ester Flame Retardants: Are They a Regrettable Substitution for Polybrominated Diphenyl Ethers?. (Retardantes de llama ésteres organofosforados: ¿Son una sustitución lamentable de los éteres difenílicos polibromados?) *Environmental Science & Technology Letters*, 6(11), 638–649. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.9b00582>
- Bouwman H, Bornman R, Van Dyk C, Barnhoorn I. (2015). First report of the concentrations and implications of DDT residues in chicken eggs from a malaria-controlled area. (Primer informe sobre las concentraciones e implicaciones de los residuos de DDT en huevos de gallina procedentes de una zona controlada por la malaria.) *Chemosphere*, 137, 174-177.
- Brandsma SH, Brits M, de Boer J, Leonards P (2021). Chlorinated paraffins and tris (1-chloro-2-propyl) phosphate in spray polyurethane foams - A source for indoor exposure?.(Parafinas cloradas y fosfato de tris (1-cloro-2-propilo) en espumas de poliuretano en spray: ¿una fuente de exposición en interiores?) *Journal of Hazardous Materials*, 416, 125758. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125758>
- Breivik K, Sweetman A, Pacyna JM, Jones KC. (2007). Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners—a mass balance approach: 3. An update. (Hacia un inventario histórico mundial de emisiones de congéneres de PCB seleccionados: un enfoque de balance de masas: 3. Una actualización.) *Science of the Total Environment*, 377(2-3), 296-307.
- Brusseau ML, Anderson RH, Guo B. (2020). PFAS concentrations in soils: Background levels versus contaminated sites. (Concentraciones de PFAS en suelos: Niveles de fondo frente a lugares contaminados.) *The Science of the Total Environment*, 740, 140017.
- Ceresana (2020) Market Study: Polyvinyl Chloride (6th ed.) (Estudio de mercado: Cloruro de polivinilo (6^a ed.))

Charbonnet J, Weber R, Blum A (2020). Flammability standards for furniture, building insulation and electronics: Benefit and risk. (Normas de inflamabilidad para muebles, aislamiento de edificios y electrónica: Beneficios y riesgos) Emerg. Contam 6, 432-441, <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2020.05.002>

Chen C, Chen A, Li L, Peng W, Weber R, Liu J. (2021) Distribution and Emission Estimation of Short- and Medium-Chain Chlorinated Paraffins in Chinese Products through Detection-Based Mass Balancing. (Distribución y Estimación de las Emisiones de Parafinas Cloradas de Cadena Corta y Media en Productos Chinos Mediante el Balance de Masas Basado en la Detección) Environ. Sci. Technol. 55, 7335-7343. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07058>

Consejo Nórdico de Ministros (2019). The Cost of Inaction - A socioeconomic analysis of environmental and health impacts linked to exposure to PFAS. (El Precio de la Inacción - Un análisis socioeconómico de las repercusiones medioambientales y sanitarias relacionadas con la exposición a los PFAS.) TemaNord 2019:516. <http://norden.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1295959>

Cordner A, Brown P, Cousins IT, Scheringer M, Martinon L, Dagorn G, Aubert R, Hosea L, Salvidge R, Felke C, Tausche N. (2024) PFAS Contamination in Europe: Generating Knowledge and Mapping Known and Likely Contamination with "Expert-Reviewed" Journalism. (Contaminación por PFAS en Europa: Generación de conocimiento y cartografía de la contaminación conocida y probable con periodismo «revisado por expertos».) Environmental Science & Technology. 58(15), 6616-6627.

Cornelsen M, Weber R, Panglisch S (2021). Minimizing the environmental impact of PFAS by using specialized coagulants for the treatment of PFAS polluted waters and for the decontamination of firefighting equipment. (Minimización del impacto medioambiental de los PFAS mediante el uso de coagulantes especializados para el tratamiento de las aguas contaminadas con PFAS y para la descontaminación de los equipos de extinción de incendios.) Emerg. Contam. 7, 63-76.

Costello M, Lee LS. (2020). Sources, fate, and plant uptake in agricultural systems of per- and polyfluoroalkyl substances. (Fuentes, destino y absorción por las plantas en sistemas agrícolas de sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas.) Current Pollution Reports, 1-21.

Dames and Moore. (2000). Environmental assessment of a European flame retardant coating manufacturing facility (formulator/compounder). (Evaluación medioambiental de una instalación europea de fabricación de revestimientos ignífugos (formulador/compositor). Manchester (UK): Dames and Moore. Report 10531-009-420/PAH-2

Deng C, Chen Y, Li J, Li Y, Li H. (2016). Environmental pollution of polybrominated diphenyl ethers from industrial plants in China: a preliminary investigation. (Contaminación ambiental de éteres difenílicos polibromados procedentes de plantas industriales en China: una investigación preliminar.) Environ. Sci. Pollut. Res. 23, 7012-7021.

European Commission (2017). Critical Raw Materials and the Circular Economy – Background report. (Comisión Europea (2017). Materias primas críticas y economía circular: informe de referencia.) JRC Science-for-policy report, EUR 28832 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, doi:10.2760/378123

European Environmental Agency (EEA) (2021). Progress in management of contaminated sites – Indicator Assessment. Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) (2021) Avances en la gestión de terrenos contaminados - Evaluación de indicadores.

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R. (2018). E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, second edition. (Estadísticas sobre residuos electrónicos: Guía sobre Clasificaciones, Informes e Indicadores, segunda edición. Universidad de las Naciones Unidas) United Nations University, ViE – SCYCLE, Bonn, Germany.

Forti V, Baldé CP, Kuehr R, Bel G. (2020) The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. (Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos 2020: Cantidad, flujos y potencial de la Economía circular.) United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

Fricke M, Lahl U. (2005). Risikobewertung von Perfluortensiden als Beitrag zur aktuellen Diskussion zum REACH-Dossier der EU-Kommission. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 17, no. 1, 36-49.

Gebbink, W.A. van Leeuwen, S.P., (2020). Environmental contamination and human exposure to PFASs near a fluorochemical production plant: Review of historic and current PFOA and GenX contamination in the Netherlands. (Contaminación ambiental y exposición humana a PFAS cerca de una planta de producción fluoroquímica: Revisión de la contaminación histórica y actual por PFOA y GenX en los Países Bajos.) Environment International, 137, 105583.

German Environment Agency (2021). City Gold – Metal Stocks with a Future. A Guide. (City Gold – Acciones Metalicas con un Futuro)

Geyer R, Jambeck JR, Law KL. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. (Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás producidos) Science Advances, 7(3), e1700782.

GGKP (2024a) Sectoral guidance for inventories of POPs and other chemicals of concern in buildings/construction, electrical and electronic equipment, and vehicles. <https://www.greenpolicyplatform.org/guidance/sectoral-guidance-inventories-pops-and-other-chemicals-concern-buildingsconstruction> (Guía Sectorial para la elaboración de los inventarios de los COP y otros productos químicos preocupantes en los edificios/la construcción, los aparatos eléctricos y electrónicos y los vehículos.)

GGKP (2024b) Production, use and trade of POPs newly listed in the Stockholm Convention 2009 to 2022. (Producción, aplicación y comercio de los COP recientemente incluidos en el Convenio de Estocolmo 2009 - 2022.) <https://www.greenpolicyplatform.org/research/production-use-and-trade-pops-newly-listed-stockholm-convention-2009-2021>

GGKP (2024c) Short Guidance on implementing Quality Assurance and Quality Control (QA/QC) for POPs Inventories Data Validation. (Guía breve en la aplicación de Garantía de Calidad y Control de Calidad (GC/CG) para la validación de datos de los inventarios de los COP.)

GIZ (2017). Guideline to conduct an ODS bank inventory - Management and destruction of existing ozone depleting substances banks. (Guía para realizar un inventario de bancos de SAO - Gestión y destrucción de los bancos existentes de sustancias que agotan la capa de ozono.) <https://www.giz.de/en/downloads/giz2017-en-no1-guideline -ods-banks-inventory.pdf>

Government of Canada (2022). National inventory of asbestos in federal buildings (Gobierno de Candá: inventario nacional de presencia de asbestos en edificios federales) <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/ami-asb/index-eng.html>

Hearn LK, Hawker DW, Mueller JF (2012). Dispersal patterns of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in the vicinity of an automotive shredding and metal recycling facility. (Patrones de dispersión de éteres difenílicos polibromados (PBDE) en las inmediaciones de una instalación de trituración de automóviles y reciclaje de metales) *Atmospheric Pollution Research*, 3(3), 317-324.

Hennebert P, Filella M. (2018). WEEE plastic sorting for bromine essential to enforce EU regulation. (La clasificación de los plásticos de los RAEE en busca de bromo es esencial para cumplir la normativa de la UE.) *Waste Management*, 71, 390-399.

Hu XC, Andrews DQ, Lindstrom AB, et al. (2016). Detection of poly- and perfluoroalkyl substances (PFASs) in US drinking water linked to industrial sites, military fire training areas, and wastewater treatment plants. (Detección de sustancias poli y perfluoroalquiladas (PFAS) en el agua potable de EE. UU. vinculadas a sitios industriales, zonas militares de entrenamientos contra incendios y plantas de tratamiento de aguas residuales) *Environ. Sci. Technol. Lett.* 3(10), 344-350.

IPPC (2019). Perfeccionamiento de 2019 de las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de los Gases de Efecto Invernadero de 2006. <https://www.ipcc-nccc.iges.or.jp/public/2019rf/vol1.html>

Jartun M, Ottesen RT, Steinnes E, Volden T. (2009). Painted surfaces—important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. (Superficies pintadas: fuentes importantes de contaminación por bifenilos policlorados (PCB) en el medio urbano y marino) *Environ Pollut* 157, 295– 302.

Jondreville C, Bouveret C, Lesueur-Jannoyer M, Rychen G, Feidt C. (2013). Relative bioavailability of tropical volcanic soil-bound chlordanone in laying hens (*Gallus domesticus*). (Biodisponibilidad relativa de la clordecone presente en suelos volcánicos tropicales en gallinas ponedoras (*Gallus domesticus*).) *Environ. Sci. Pollut. Res.* 20, 292–299.

Kajiwara N, Desborough J, Harrad S, Takigami H. (2013). Photolysis of brominated flame retardants in textiles exposed to natural sunlight. (Fotólisis de retardantes de llama bromados en textiles expuestos a la luz solar natural.) *Environ Sci Process Impacts*. 15(3), 653–660.

Kajiwara N, Takigami H, Kose T, Suzuki G, Sakai S. (2014). Brominated flame retardants and related substances in the interior materials and cabin dusts of end-of-life vehicles collected in Japan. (Retardantes de llama bromados y sustancias relacionadas en los materiales del interior y el polvo del habitáculo de vehículos al final de su vida útil recogidos en Japón.) *Organohalogen Compounds* 76, 1022-1025. <http://dioxin20xx.org/wp-content/uploads/pdfs/2014/1015.pdf>

Kocan A, Petrik J, Jursa S, Chovancova J, Drobna B (2001). Environmental contamination with polychlorinated biphenyls in the area of their former manufacture in Slovakia. (Contaminación ambiental con bifenilos policlorados en la zona de su antigua fabricación en Eslovaquia.) *Chemosphere* 43, 595–600

Leisewitz A, Schwarz W. (2000). Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammenschutzmittel. Flammhemmende Ausrüstung ausgewählter Produkte - anwendungsbezogene Betrachtung: Stand der Technik, Trend, Alternativen. Report no. 01/27. UBA-Texte. 000171/2. German Environment Agency (UBA).

Lerner S (2020). The Battle for Decatur PFAS Contamination Divides an Alabama Town. (La batalla por la contaminación por PFAS de Decatur divide a un pueblo de Alabama.) *The Intercept*, August 23, 2020. <https://theintercept.com/2020/08/23/pfas-3m-decatur-alabama/>

Li L, Weber R, Liu J, Hu J. (2016). Long-term emissions of hexabromocyclododecane as a chemical of concern in products in China. (Emisiones a largo plazo de hexabromociclododecano como sustancia química preocupante en productos en China.) *Environ Int.* 91, 291-300.

Liu H, Yano J, Kajiwara N, Sakai S. (2019). Dynamic stock, flow, and emissions of brominated flame retardants for vehicles in Japan. (Existencias dinámicas, flujos y emisiones de retardantes de llama bromados para vehículos en Japón.) *Journal of Cleaner Production* 232, 910–924.

Liu L, Qu Y, Huang J, Weber R (2021). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in Chinese drinking water: risk assessment and geographical distribution. (Sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) en el agua potable en China: evaluación de riesgos y distribución geográfica.) *Environ Sci Eur.* 33, 6

Liu X, Huang X, Wei X, Zhi Y, Qian, S, Li W, Yue D, Wang X. (2022) Occurrence and removal of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in leachates from incineration plants: A full-scale study. (Presencia y eliminación de sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) en lixiviados de plantas incineradoras: Un estudio a escala completa) *Chemosphere*, 137456.

McGrath, T.J., Ball, A.S. and Clarke, B.O., (2017). Critical review of soil contamination by polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and novel brominated flame retardants (NBFRs); concentrations, sources and congener profiles. (Revisión crítica de la contaminación del suelo por éteres difenílicos polibromados (PBDE) y nuevos retardantes de llama bromados (NBFR); concentraciones, fuentes y perfiles de congéneres.) *Environmental Pollution*, 230, pp.741-757.

Melymuk L, Blumenthal J, Sáňka O, et al. (2022). Persistent Problem: Global Challenges to Managing PCBs. (Problema persistente: Retos Mundiales para la Gestión de los PCB) *Environmental Science & Technology* 56, 12, 9029–9040.

Morf L, Taverna R, Daxbeck H, Smutny R. (2003). Selected polybrominated flame retardants PBDEs and TBBPA. Substance flow analysis. (Retardantes de llama polibromados PBDE y TBBPA seleccionados. Análisis del flujo de sustancias) *Environmental Series No. 338. Environmental Hazardous Substances*. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape.

New Jersey Department of Environmental Protection (2022). Vehicle Recycling General Permit Information Mercury Switches and Polychlorinated Biphenyls (Información sobre el permiso general de reciclado de vehículos Interruptores de mercurio y bifenilos policlorados_, https://www.nj.gov/dep/dwq/auto_mercurpcb.htm

OCDE (2022) Synthesis Report on Understanding Side-Chain Fluorinated Polymers and Their Life Cycle. (Informe De Síntesis Sobre La Comprensión De Los Polímeros Fluorados De Cadena Lateral Y Su Ciclo De Vida) Series on Risk Management No. 73

Oliaei F, Kriens D, Weber R, Watson A. (2013). PFOS and PFC releases and associated pollution from a PFC production plant in Minnesota (USA). (Emisiones de PFOS y PFC y contaminación asociada procedentes de una planta de producción de PFC en Minnesota (EE.UU.)). *Environ Sci Pollut Res Int*. 20, 1977-1992.

Oloruntoba K, Sindiku O, Osibanjo O, Balan S, Weber R (2019). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in chicken eggs and cow milk around municipal dumpsites in Abuja, Nigeria. (Éteres difenílicos polibromados (PBDE) en huevos de gallina y leche de vaca alrededor de vertederos municipales en Abuja, Nigeria.) *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 179, 282-289

Oloruntoba K, Sindiku O, Osibanjo O, Herold C, Weber R (2021). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) concentrations in soil and plants around municipal dumpsites in Abuja, Nigeria. (Concentraciones de éteres difenílicos polibromados (PBDE) en el suelo y las plantas alrededor de vertederos municipales en Abuja, Nigeria) *Environ. Pollut.* 277, 116794

Patel MK, Jochem E, Radgen P, Worrell E. (1998). Plastics streams in Germany –An analysis of production, consumption and waste generation. (Flujos de plásticos en Alemania: un análisis de la producción, el consumo y la generación de residuos.) *Resources, Conservation and Recycling*, 24, 191–215.

PEN (Red para la Eliminación de los PCB) (2016). Polychlorinated Biphenyls (PCB) Inventory Guidance. (Guía de inventario de bifenilos policlorados (PCB).)

Petrlik J, Bell L, DiGangi J, et al. (2022). Monitoring dioxins and PCBs in eggs as sensitive indicators for environmental pollution and global contaminated sites and recommendations for reducing and controlling releases and exposure. (Seguimiento de dioxinas y PCB en huevos como indicadores sensibles de contaminación ambiental y de sitios contaminados a escala mundial, y recomendaciones para reducir y controlar las emisiones y la exposición.) *Emerging Contaminants*, 8, 254-279.

PNUMA (2009). Critical metals for future sustainable technologies and their recycling potential. (Metales críticos para futuras tecnologías sostenibles y su potencial de reciclaje)

PNUMA (2013a). Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. (Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas, Furanos y Otros COP No Intencionales en virtud del Artículo 5 del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes) <http://toolkit.pops.int/>

PNUMA (2013b). Source Group 10 Contaminated Sites and Hotspots. Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. (Grupo de Fuentes 10 Sitios Contaminados y Zonas Críticas. Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas, Furanos y Otros COP No Intencionales en virtud del Artículo 5 del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes) http://toolkit.pops.int/Publish/Main/II_10_HotSpots.html

PNUMA (2017a). Guidance for Developing a National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Revised draft 2017 (Guía para el Desarrollo del Plan Nacional de Aplicación para el Convenio de Estocolmo. Versión revisada 2017)

PNUMA (2017b). Guidance for the inventory of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. (Guía para el desarrollo del inventario del ácido

perfluorooctano sulfanoico (PFOS) y sustancias químicas relacionadas incluidos en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Versión revisada 2017) Draft Revised January 2017

PNUMA (2018). From NIPs to Implementation: Lessons learned Report. December 2018. (Pasar del PNA a la Aplicación: Informe de Lecciones Aprendidas (Dic 2018)

PNUMA (2019a). Consolidated Guidance on PCB in Open Applications. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, United Nations Environment Programme, Geneva. (Guía Comprensiva sobre los PCB en Aplicaciones Abiertas. Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente.)

PNUMA (2019b). Guidance for the control of the import and export of POPs under the Stockholm Convention. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, United Nations Environment Programme. (Guía para el control de la importación y la exportación de los COP de acuerdo con el Convenio de Estocolmo. Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente.)

PNUMA (2021a). Guidance on best available techniques and best environmental practices relevant to the polybrominated diphenyl ethers listed under the Stockholm Convention. (Guía sobre las mejores prácticas disponibles y las mejores prácticas ambientales relevantes a los éteres difenilicos polibromados incluidos en el Convenio de Estocolmo.) PNUMA/COP/COP 10/INF/18

PNUMA (2021b). Draft guidance on preparing inventories of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. (Proyecto de guía sobre la elaboración de inventarios de los éteres difenilicos polibromados (los PBDE) incluidos en el Convenio de Estocolmo. Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Ginebra.)

PNUMA (2021c). Guidance on preparing inventories of hexabromocyclododecane (HBCD). (Guía sobre la elaboración de inventarios de hexabromociclododecano (HBCD). Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Ginebra)

PNUMA (2021d). Guidance on preparing inventories of PCN. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, United Nations Environment Programme, Geneva. (Guía sobre la elaboración de inventarios de los PCN. Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Ginebra)

PNUMA (2021e). Draft guidance for development of PCB inventories and analysis of PCB. PNUMA /POPS/COP.10/INF/12 (Proyecto de guía para la elaboración de inventarios de los PCB y análisis de los PCB. PNUMA/COP/COP. 10/INF/12)

PNUMA (2021f). Report on the assessment of new POPs for countries to ratify the amendments or to update NIPs 2021. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Convention

PNUMA (2021g). Guidance for strengthening regulatory framework and voluntary agreements for regular monitoring of products or articles that may contain new POPs. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, United Nations Environment Programme. (Guía para fortalecer el marco regulatorio y los acuerdos voluntarios para el seguimiento regular de productos o artículos que contengan nuevos COP. Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente.)

PNUMA (2022a). End plastic pollution: towards an international legally binding instrument. Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022. UNEP/EA.5/Res.14. (Acabar con la polución plástica: hacia un instrumento jurídicamente vinculante a escala mundial. Resolución adoptada por la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente el 2 de marzo de 2022. PNUMA/AMA.5/Res.14)

PNUMA (2022b). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. (Informe de la Situación Global de los Edificios y la Construcción 2022: Hacia un sector de construcción eficiente, resistente y con cero emisiones.) Nairobi.

PNUMA (2022c). Draft guidance on preparing inventories of perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related compounds. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, United Nations Environment Programme, Geneva. (Proyecto de guía para la elaboración de inventarios de ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA. Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Ginebra)

PNUMA (2023) Chemicals in Plastics – A Technical Report <https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report> (Presencia De Sustancias Químicas En Productos Plásticos – Un Informe Técnico)

PNUMA (2024). Draft guidance on best available techniques and best environmental practices for the management of sites contaminated with persistent organic pollutants. Proyecto de Guía sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales para la gestión de sitios contaminados por los contaminantes orgánicos persistentes. (May 2024). <https://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/POPscontaminatedsites/Guidance/tabid/9649/Default.aspx>

Propp, V.R., De Silva, A.O., Spencer, C., Brown, S.J., Catingan, S.D., Smith, J.E. and Roy, J.W., (2021). Organic contaminants of emerging concern in leachate of historic municipal landfills. (Contaminantes orgánicos de interés emergente en lixiviados de vertederos municipales históricos) Environmental Pollution, 276, 116474.

Purnell P, Velenturf APM, Marshall R (2019). New Governance for Circular Economy: Policy, Regulation and Market Contexts for Resource Recovery from Waste. (Nueva gobernanza para la economía circular: Contextos políticos,

normativos y de mercado para la recuperación de recursos a partir de residuos.) In book (del libro) Resource Recovery from Wastes: Towards a Circular Economy Editors: Lynne E Macaskie, Devin J Sapsford, Will M Mayes. Royal Society of Chemicals.

Qu Y, Huang J, Willand W, Weber R (2020). Occurrence, removal and emission of per- and polyfluorinated alkyl substances (PFASs) from chrome plating industry: A case study in Southeast China. (Presencia, eliminación y emisión de sustancias perfluoroalquilicas y polifluoroalquilicas (PFAS) de la industria del cromado: un estudio de caso en el sudeste de China.) Emerging Contaminants 6, 2020, 376-384.

Remberger M, Sternbeck J, Palm A, Kaj L, Strömberg K, Brorström-Lundén, E. (2004). The environmental occurrence of hexabromocyclododecane in Sweden. (La presencia ambiental de hexabromociclododecano en Suecia.) Chemosphere, 54(1), 9-21.

RPA (Risk & Policy Analysts). (2014). Support to an Annex XV Dossier on Bis-(pentabromophenyl) ether (DecaBDE). Multiple Framework Contract with Reopening of competition for Scientific Services for ECHA. (Apoyo a un expediente del anexo XV sobre el éter de bis(pentabromofenilo) (DecaBDE). Contrato marco múltiple con reapertura de la licitación de servicios científicos para la ECHA.) Reference: ECHA/2011/01 Service Request SR 14.

Salvatore D, Mok K, Garrett KK, Poudrier G, Brown P, Birnbaum LS, Goldenman G, Miller MF, Patton S, Poehlein M, Varshavsky J. (2022) Presumptive contamination: a new approach to PFAS contamination based on likely sources. (Presunta contaminación: un nuevo enfoque de la contaminación por PFAS basado en las fuentes probables.) Environmental Science & Technology Letters. 9, 983-990.

Seppälä T. (2013). Listing hexabromocyclododecane in Annex A of Stockholm Convention Presentation. (Presentación: Inclusión del hexabromociclododecano en el anexo A del Convenio de Estocolmo) 12th HCH and Pesticide Forum, 6-8 November 2013, Kiev Ukraine.

Shaw SD, Blum A, Weber R, et al. (2010). Halogenated Flame Retardants: Do the Fire Safety Benefits Justify the Risks? (Retardantes de llama halogenados: ¿justifican los beneficios de seguridad contra incendios los riesgos?) Rev. Environ. Health 25(4), 261-305.

Taverna R, Gloo R, Zennegg M, Birchler E (2017). Stoffflüsse im Schweizer Elektronikschrott. Report for the Swiss Federal Office for the Environment. Umwelt-Zustand Nr. 1717, 164 pp.

Turrio-Baldassari L, Alivernini S, Carasi S, et al. (2009). PCB, PCDD and PCDF contamination of food of animal origin as the effect of soil pollution and the cause of human exposure in Brescia. (Contaminación por PCB, PCDD y PCDF de alimentos de origen animal como efecto de la contaminación del suelo y causa de la exposición humana en Brescia) Chemosphere, 76(2), 278-285.

Organización de las Naciones Unidas (2019) Manual del marco nacional de aseguramiento de la calidad de para las estadísticas oficiales. Incluye recomendaciones, marco y guía de implementación, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Estadística ST/ESA/STAT/SER.M/100 Naciones Unidas Nueva York

UN Ambiente (2019). Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Sources, Reference Report and Guideline for Inventory Level 2, Version 1.5 (Kit De Herramientas Para La Identificación Y Cuantificación De Fuentes De Mercurio, Informe De Referencia Y Directrices Para El Inventario De Nivel 2, Versión 1.5. Noviembre de 2019. Programa de las Naciones Unidas, Sección de Productos Químicos y Salud) November 2019. UN Environment, Chemicals and Health Branch, Geneva, Switzerland.

ONU DAES (2013). Marco para el Desarrollo de las Estadísticas Ambientales (MDEA 2013).

ONU DAES (2019). Manual del Marco Nacional de Aseguramiento de la Calidad de las Estadísticas Oficiales – Incluye Recomendaciones, Marco y Guía de Implementación.

UNECE (2021). Waste Statistics Framework. Conference of European Statisticians, Sixty-ninth plenary session (Marco de Desarrollo de Estadísticas de Residuos, Conferencia de Estadísticos Europeos) Geneva, 23-25 June 2021.

UNFC (2022) UNFC and Anthropogenic Resources. (UNFC y recursos antropogénicos) <https://unece.org/uncf-and-anthropogenic-resources-0>

UNSD and UNEP (2022) Questionnaire 2022 on Environment Statistics. Table R6: E-Waste Generation and Collection (Cuestionario 2022 sobre Estadísticas Ambientales. Tabla R6: Generación y Recopilación de Residuos Electrónicos)

USEPA (2018). Preventing and Detecting PCB Contamination in Used Oil Best management practices for commercial and municipal used oil collection centers and recyclers. (Prevención y Detección de Contaminación por los PCB en Aceite Usado. Mejores prácticas de gestión para centros de recopilación y reciclaje de aceite usado municipal y comercial.) https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/pcbs_in_used_oil_fact_sheet_corrected2.pdf

USEPA (2022a) Site Specific National Cleanup Databases. (Bases de datos nacionales de limpieza de sitios específicos) <https://www.epa.gov/cleanups/site-specific-national-cleanup-databases#single>

USEPA (2022b) Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Pesticide and Other Packaging. (Sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) en envases de plaguicidas y otros productos) <https://www.epa.gov/pesticides/pfas-packaging>

USEPA (2022c) Wolverine World Wide Tannery EPA and EGLE Working on Cleanup of Contamination. (Curtiduría Wolverine World Wide La EPA y la EGLE trabajan en la limpieza de la contaminación) <https://www.epa.gov/mi/wolverine-world-wide-tannery>

Van der Veen I, de Boer J. (2012). Phosphorus flame retardants: properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis. (Retardantes de llama fosforados: propiedades, producción, presencia en el medio ambiente, toxicidad y análisis.) *Chemosphere*, 88(10), 1119–1153. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.03.067>

Van Eygen, E. , Feketitsch, J., Laner, D., Rechberger, H., & Fellner, J. (2017). Comprehensive analysis and quantification of national plastic flows: The case of Austria. (Análisis exhaustivo y cuantificación de los flujos nacionales de plástico: El caso de Austria.) *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 183–194.

Vernez, D., Oltramare, C., Sauvaget, B., et al. (2023). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) soil contamination in Lausanne, Switzerland: Combining pollution mapping and human exposure assessment for targeted risk management, (Contaminación del suelo por dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos (PCDF) en Lausana, Suiza: Combinación de la cartografía de la contaminación y la evaluación de la exposición humana para la gestión de riesgos específicos y polución ambiental.) *Environmental Pollution*, 316, 120441, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120441>

Vijgen J, Abhilash PC, Li Y-F, Lal R, Forter M, Torres J, Singh N, Yunus M, Tian C, Schäffer A, Weber R (2011) HCH as new Stockholm Convention POPs – a global perspective on the management of Lindane and its waste isomers. (El HCH como nuevo COP del Convenio de Estocolmo - una perspectiva global sobre la gestión del lindano y los isómeros residuales) *Env Sci Pollut Res*. 18, 152-162.

Vijgen J, Weber R; Lichtensteiger W, Schlumpf M (2018) The legacy of pesticides and POPs stockpiles—a threat to health and the environment.(El legado de plaguicidas y existencias de COP: una amenaza para la salud y el medio ambiente) *Environ Sci Pollut Res*. 25, 31793–31798 doi.org/10.1007/s11356-018-3188-3

Vijgen J, Fokke B, van de Coterlet G, Amstaetter K, Sancho J, Bensaïah C, Weber R (2022) European cooperation to tackle the legacies of hexachlorocyclohexane (HCH) and lindane. (Cooperación europea para hacer frente al legado de hexaclorociclohexano (HCH) y el lindano.) *Emerg. Contam.* 8, 97-112 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2022.01.003>

Wäger, P.; Schluep, M.; Müller, E. (2010): RoHS substances in mixed plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment. (Sustancias RoHS en plásticos mezclados procedentes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Informe final) Final Report September 17, 2010. Technology & Society Lab. Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology.

Waltisberg, J., Weber, R. (2020). Disposal of waste-based fuels and raw materials in cement plants in Germany and Switzerland—What can be learned for global co-incineration practice and policy?.(Eliminación de combustibles y materias primas procedentes de residuos en fábricas de cemento de Alemania y Suiza: ¿qué se puede aprender para la práctica y la política mundiales de co-incineración?) *Emerging Contaminants*, 6, 93-102.

Wang, C., Liu, Y., Chen, W.Q., Zhu, B., Qu, S., Xu, M., (2021). Critical review of global plastics stock and flow data. (Revisión crítica de los datos mundiales sobre existencias y flujos de plásticos.) *Journal of Industrial Ecology*, 25(5), pp.1300-1317.

Washington, J.W., Ellington, J.J., Jenkins, T.M., Evans, J.J., Yoo, H. and Hafner, S.C., (2009). Degradability of an acrylate-linked, fluorotelomer polymer in soil. (Degradabilidad de un polímero fluorotelómero ligado a acrilatos en el suelo.) *Environmental Science & Technology*, 43(17), 6617-6623.

Washington, J.W., Yoo, H., Ellington, J.J., Jenkins, T.M. and Libelo, E.L., (2010). Concentrations, distribution, and persistence of perfluoroalkylates in sludge-applied soils near Decatur, Alabama, USA.(Concentraciones, distribución y persistencia de perfluoroalquilatos en suelos aplicados con lodos cerca de Decatur, Alabama, EE.UU.) *Environmental Science & Technology*, 44(22), 8390-8396.

Weber R, Gaus C, Tyskli M, Johnston P, Forter M, Hollert H, Heinisch H, Holoubek I, Lloyd-Smith M, Masunaga S, Moccarelli P, Santillo D, Seike N, Symons R, Torres JPM, Verta M, Varbelow G, Vijgen J, Watson A, Costner P, Wölz J, Wycisk P, Zennegg M. (2008) Dioxin- and POP-contaminated sites—contemporary and future relevance and challenges. (Sitos contaminados por dioxinas y COP: relevancia y retos actuales y futuros.) *Env Sci Pollut Res Int*. 15, 363-393.

Weber R, Watson A, Forter M, Oliae F (2011) Persistent Organic Pollutants and Landfills - A Review of Past Experiences and Future Challenges. (Contaminantes Orgánicos Persistentes y vertederos - Revisión de experiencias pasadas y retos futuros.) *Waste Manag. Res.* 29, 107-121.

Weber R, Okonkwo J (2019) Assessment and Preliminary Inventory (Tier 1 and 2) of PCNs, SCCPs and PCBs in South Africa. Report for Basel, Rotterdam and Stockholm Convention Secretariat. (Evaluación e inventario preliminar (niveles 1 y 2) de PCN, PCCC y PCB en Sudáfrica. Informe para la Secretaría de los Convenios BRS)

Weber R, Herold C, Hollert H, Kamphues J, Ungemach L, Blepp M, Ballschmiter K (2018a) Life cycle of PCBs and contamination of the environment and of food products from animal origin. (Ciclo de vida de los PCB y contaminación del medio ambiente y de los productos alimenticios de origen animal) *Environ Sci Pollut Res Int*. 25(17), 16325-16343.

Weber R, Herold C, Hollert H, Kamphues J, Blepp M, Ballschmiter K (2018b) Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. (Revisión de la relevancia de las fuentes de dioxinas y PCB para los alimentos de origen animal y la necesidad de su inventario, control y gestión.) *Environ Sci Eur*. 30:42. <https://rdcu.be/bax79>

Weber R, Bell L, Watson A, Petrlik J, Paun MC, Vijgen J. (2019) Assessment of POPs contaminated sites and the need for stringent soil standards for food safety for the protection of human health.(Evaluación de sitios contaminados

con COP y la necesidad de normas estrictas del suelo para la seguridad alimentaria para la protección de la salud humana.) Environ Pollut. 249, 703-715.

Zennegg M, Schmid P, Tremp J (2010) PCB fish contamination in Swiss rivers—tracing of point sources. (Contaminación de peces por PCB en ríos suizos: localización de fuentes puntuales.) Organohalogen Compd 72, 362–365.