



Distr. general  
6 de agosto de 2018

Español  
Original: inglés



## Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

**Conferencia de las Partes en el Convenio de  
Minamata sobre el Mercurio  
Segunda reunión**

Ginebra, 19 a 23 de noviembre de 2018  
Tema 5 d) del programa provisional\*

**Cuestiones que se someterán al examen de la  
Conferencia de las Partes o respecto de las cuales  
deberá adoptar una decisión: orientaciones sobre la  
gestión de sitios contaminados**

### Orientaciones sobre la gestión de sitios contaminados

#### Nota de la Secretaría

1. En su primera reunión, la Conferencia de las Partes en el Convenio de Minamata sobre el Mercurio examinó la preparación de orientaciones en relación con la gestión de sitios contaminados, con arreglo a lo dispuesto en el párrafo 3 del artículo 12. En su decisión MC-1/20, la Conferencia de las Partes solicitó a la Secretaría que, sobre la base de la información presentada anteriormente y la labor realizada en otros foros, y utilizando el esbozo de la estructura y el contenido de las orientaciones que acordara la Conferencia de las Partes como base, preparara un primer proyecto de orientaciones sobre sitios contaminados y lo remitiera por vía electrónica a los expertos para que estos presentaran observaciones a la Secretaría.
2. En la decisión se indicaba también que la Secretaría debía preparar una versión revisada de las orientaciones y remitirla a los expertos para su examen y posible debate por medios electrónicos. El primer proyecto de orientaciones se distribuyó a finales de marzo de 2018, cuando aún se estaban recibiendo las candidaturas de expertos, de modo que la fase de observaciones se prorrogó hasta finales de mayo. Se recibió un número considerable de observaciones en las primeras semanas de junio y algunas en julio. La demora en la presentación de observaciones y las amplias revisiones resultantes de estas, a menudo divergentes, conllevó que no hubiera tiempo suficiente para la segunda fase de observaciones prevista en la hoja de ruta para la preparación del proyecto de orientaciones. El proyecto de orientaciones revisado, preparado teniendo en cuenta las observaciones de los expertos, se presenta a la Conferencia de las Partes para que esta lo examine en su segunda reunión y haga nuevas recomendaciones. En el anexo I de la presente nota figura una decisión sobre la posible labor futura, teniendo en cuenta el hecho de que solo hubo una fase de observaciones en el período comprendido entre la primera reunión y la segunda, mientras que el proyecto de orientaciones se presenta en el anexo II.

#### Medida que podría adoptar la Conferencia de las Partes

3. La Conferencia de las Partes tal vez desee examinar el proyecto de orientaciones sobre la gestión de sitios contaminados y las nuevas recomendaciones, y estudiar la posibilidad de solicitar que se siga trabajando en las orientaciones.

---

\* UNEP/MC/COP.2/1.

## **Anexo I**

### **Proyecto de decisión MC-2/[XX]: Orientaciones sobre la gestión de sitios contaminados**

*La Conferencia de las Partes,*

*Reconociendo* la necesidad de prestar asistencia a las Partes en lo que respecta a la gestión ambientalmente racional de sitios contaminados mediante la formulación de orientaciones,

*Observando* el proyecto de orientaciones preparado por la Secretaría en consulta con los expertos designados,

*Solicita* a la Secretaría que:

- a) Pida nuevas observaciones sobre el proyecto de orientaciones presentado a la Conferencia de las Partes en su segunda reunión;
- b) Prepare una versión revisada del proyecto de orientaciones;
- c) Publique la versión revisada del proyecto de orientaciones para que todos los interesados formulen observaciones;
- d) Presente la versión revisada del proyecto de orientaciones a la Conferencia de las Partes en su tercera reunión para su examen y posible aprobación.

## Anexo II

### Orientaciones sobre la gestión de sitios contaminados

#### Índice

A.	Introducción.....	4
	Riesgos para la salud humana y el medio ambiente.....	4
	Uso mundial de mercurio .....	5
	Emisiones y liberaciones de mercurio .....	6
	Obligaciones dimanantes del Convenio de Minamata sobre el Mercurio .....	7
B.	Detección y caracterización de sitios .....	7
	Detección de sitios.....	7
	Caracterización de los sitios.....	9
C.	Participación del público .....	11
D.	Evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente .....	12
E.	Opciones para gestionar los riesgos que plantean los sitios contaminados .....	14
	Tratamiento del suelo .....	15
	Técnicas de tratamiento del agua .....	16
F.	Evaluación de los costos y beneficios .....	17
G.	Validación de los resultados .....	18
H.	Cooperación en la formulación de estrategias y la ejecución de actividades para detectar, evaluar, priorizar, gestionar y, según proceda, rehabilitar sitios contaminados.....	18
	Referencias .....	20
	Apéndices.....	21
I.	Información técnica adicional.....	21
II.	Marco y árbol de decisiones inicial para la gestión de los sitios contaminados .....	22

## A. Introducción

1. En el Convenio de Minamata sobre el Mercurio figuran disposiciones sobre la detección y la gestión de sitios contaminados con mercurio, entre otras la aprobación de las orientaciones sobre la gestión de sitios contaminados por la Conferencia de las Partes. En el presente documento, que está destinado a una variedad de posibles usuarios, se formulan orientaciones sobre los principales elementos de la detección y la gestión de los sitios contaminados como referencia para las Partes que adopten medidas para gestionaresos sitios. También se proporciona información básica sobre los efectos del mercurio, así como orientaciones sobre la gestión de los sitios, de la detección y la investigación detallada de los mismos al proceso de decisión para su gestión y, si procede, su rehabilitación. Para los interesados que planifiquen la gestión detallada de un sitio determinado, se puede encontrar información técnica adicional en las referencias que figuran al final de las orientaciones.

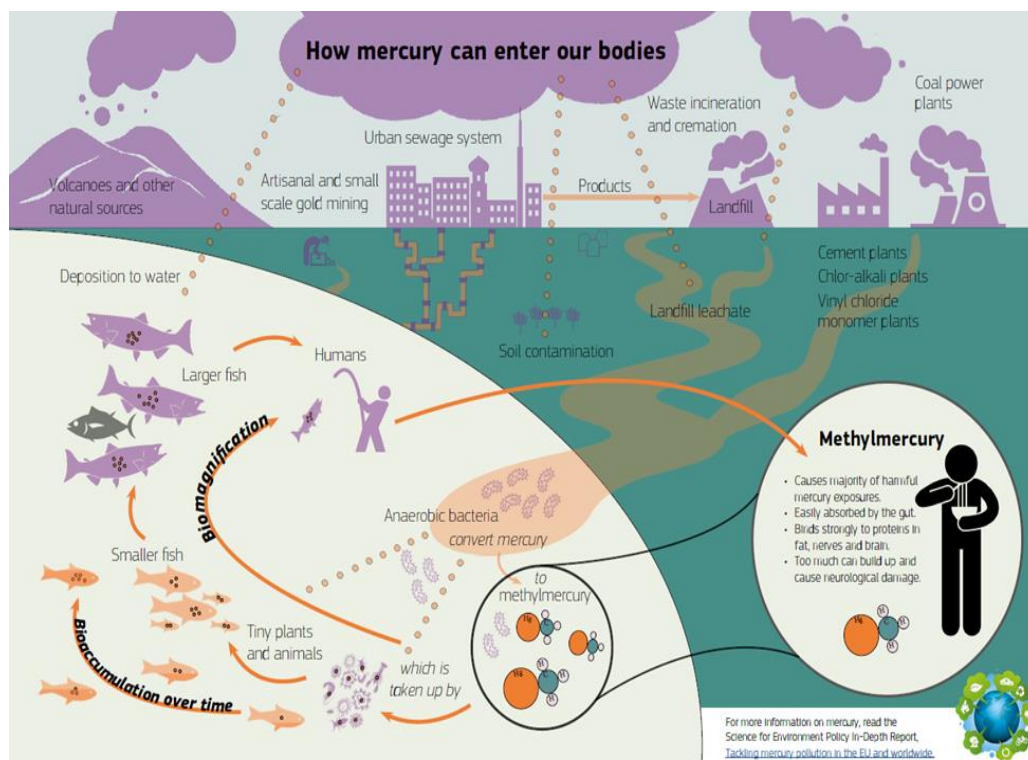
2. Las orientaciones se han preparado de conformidad con el artículo 12 del Convenio. No se establecen requisitos obligatorios ni se pretende añadir ni eliminar ninguna de las obligaciones de las Partes dimanantes del artículo 12. Se reconoce que, por razones técnicas, económicas o jurídicas, algunas de las medidas descritas en las presentes orientaciones pueden no estar a disposición de todas las Partes.

### **Riesgos para la salud humana y el medio ambiente**

3. El mercurio es una amenaza mundial para la salud humana y el medio ambiente. Cuando se libera, el mercurio puede recorrer largas distancias y persistir en el medio ambiente, circulando entre el aire, el agua, los sedimentos, el suelo y los organismos vivos hasta que finalmente se deposita en los sedimentos oceánicos profundos o en los suelos minerales. Los diferentes compuestos de mercurio varían en su comportamiento ambiental y sus propiedades toxicológicas. El mayor riesgo para la salud humana y la vida silvestre lo constituye el metilmercurio, que se produce principalmente en los ecosistemas acuáticos anaerobios mediante procesos bacterianos naturales en determinadas condiciones.

4. El mercurio se bioacumula y biomagnifica, concentrándose a medida que asciende en la cadena alimentaria, de modo que los niveles más altos se encuentran en especies predatoras como el atún, el pez espada y otros istiofóridos, los tiburones, los mamíferos marinos y los seres humanos. Puede tener graves consecuencias en los ecosistemas, incluso efectos sobre la reproducción en aves y mamíferos predatoros. La exposición aguda o crónica alta al mercurio es un grave riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

5. Entre los efectos nocivos sobre la salud humana se encuentran los efectos sobre el cerebro, el corazón, los riñones, los pulmones y el sistema inmunitario en personas de todas las edades. Los niveles elevados de metilmercurio en el torrente sanguíneo de fetos y niños pequeños pueden dañar el sistema nervioso en desarrollo. Los trastornos neurológicos y de comportamiento en los seres humanos pueden ser indicativos de una exposición significativa al mercurio, con síntomas como temblores, insomnio, pérdida de memoria, problemas neuromusculares, dolores de cabeza, y disfunción cognitiva y motora. En los lugares de trabajo en que se utiliza el mercurio, las personas pueden correr el riesgo de inhalar vapor de mercurio o de sufrir exposición cutánea en las labores cotidianas (en entornos industriales, médicos u odontológicos o en minas de extracción de oro artesanal y en pequeña escala) o procedentes de vertidos. Para la población en general, sin embargo, la forma más habitual de exposición directa es a través del consumo de pescado y marisco contaminados con metilmercurio. Una vez ingerido, el 95% del producto es absorbido por el tubo digestivo.



How mercury can enter our bodies

- Volcanoes and other natural sources
- Artisanal and small scale gold mining
- Urban sewage system
- Products
- Waste incineration and cremation
- Landfill
- Coal power plants
- Deposition to water
- Larger fish
- Humans
- Soil contamination
- Landfill leachate
- Cement plants
- Chlor-alkali plants
- Vinyl chloride monomer plants
- Bioaccumulation over time
- Smaller fish
- Biomagnification
- Anaerobic bacteria convert mercury
- Tiny plants and animals
- which is taken up by
- To methylmercury
- Methylmercury

- Causes majority of harmful mercury exposures.
- Easily absorbed by the gut.
- Binds strongly to proteins in fat, nerves and brain.
- Too much can build up and cause neurological damage.

Science for Environment Policy, 2017.

Cómo puede penetrar el mercurio en nuestro cuerpo

- Volcanes y otras fuentes naturales
- Extracción de oro artesanal y en pequeña escala
- Sistema urbano de aguas residuales
- Productos
- Incineración y cremación de desechos
- Vertederos
- Centrales eléctricas de carbón
- Deposición en el agua
- Peces grandes
- Humanos
- Contaminación del suelo
- Lixiviado de vertederos
- Fábricas de cemento
- Fábricas de cloro-álcali
- Fábricas de monómeros de cloruro de vinilo
- Bioacumulación con el tiempo
- Peces pequeños
- Biomagnificación
- Las bacterias anaerobias convierten el mercurio
- Plantas y animales diminutos
- que es captado por
- A metilmercurio
- Metilmercurio

- Causa la mayor parte de las exposiciones perjudiciales al mercurio
- Es fácilmente absorbido en el intestino
- Se une con fuerza a las proteínas en la grasa, los nervios y el cerebro
- En gran cantidad puede acumularse y provocar daños neurológicos

Science for Environment Policy, 2017.

## Uso mundial de mercurio

6. El mercurio es un metal cuyas propiedades únicas han dado lugar a toda una diversidad de usos. Al ser líquido a temperatura ambiente, se ha utilizado en interruptores y relés, así como en dispositivos de medición, donde permite determinar de manera precisa los cambios de temperatura. También se ha usado como catalizador en diversos procesos industriales. La capacidad del mercurio para formar amalgamas con otros metales ha propiciado su utilización en actividades como la extracción de oro artesanal y en pequeña escala y la odontología.

7. Los procesos industriales y de fabricación en los que se utiliza el mercurio pueden producir liberaciones que podrían contaminar el medio ambiente. Los sitios contaminados plantean un riesgo ambiental por dos vías: el propio sitio contaminado (por ejemplo, una instalación o el lugar de un vertido) puede ser una fuente de exposición para toda persona que entre en él, y el sitio puede ser una fuente de liberación de mercurio al entorno adyacente. Cuando el mercurio se desplaza fuera del sitio, la rehabilitación incluye la eliminación del mercurio tanto del sitio de la contaminación inicial como de los entornos ambientales a los que pueda haber migrado (como las aguas subterráneas, las aguas superficiales o los sedimentos).

8. En todo el mundo se sigue produciendo una gran variedad de productos con mercurio añadido, como baterías, lámparas, aparatos de medición (como termómetros), cosméticos y plaguicidas. Los niveles o la cantidad de mercurio en esos productos son, en general, muy bajos; sin embargo, la incorrecta manipulación de grandes cantidades de esos materiales como productos o como desechos puede dar lugar a liberaciones en el medio ambiente. La amalgama de mercurio sigue siendo ampliamente utilizada en odontología, lo que puede ocasionar liberaciones de mercurio al agua en los consultorios dentales y al aire en los crematorios.

9. También se siguen utilizando en todo el mundo procesos industriales en los que se usa mercurio como catalizador o como parte de un circuito eléctrico. Uno de esos procesos es la producción de cloro-álcali, en la que en ocasiones se utilizan volúmenes muy grandes de mercurio, de resultas de lo cual las instalaciones pueden quedar altamente contaminadas con este. El mercurio se ha utilizado también en la producción de acetaldehído. Otros procesos industriales en los que se puede utilizar mercurio son la producción de monómeros de cloruro de vinilo (para uso en los policloruros de vinilo), la producción de metilato o etilato sódico o potásico y la producción de poliuretanos. Cualquiera de esos procesos de fabricación puede contaminar el sitio de producción como consecuencia del propio proceso, de los vertidos durante una manipulación inadecuada o por accidentes, o a causa de la mala gestión de los desechos de mercurio generados.

10. El mercurio se utiliza ampliamente en la extracción de oro artesanal y en pequeña escala, donde se mezcla con la mena aurífera. El mercurio se une al oro y se forma una amalgama, que luego se calienta para liberar el mercurio en forma de vapor y recuperar el oro. La naturaleza informal de muchas operaciones de extracción de oro en pequeña escala implica que haya pocos controles, o ninguno, sobre el uso y la liberación de mercurio, lo que con frecuencia provoca altos niveles de exposición de los trabajadores y de contaminación en los sitios. Además, familias enteras o grupos de personas pueden verse expuestas a vapores de mercurio en las casas o los almacenes donde tiene lugar el procesamiento.

11. El mercurio puede ser emitido por otras actividades de escala industrial en las que es un contaminante en las materias primas o un subproducto de la producción. Entre los ejemplos figuran la combustión de carbón (en centrales eléctricas y calderas industriales), la fundición y el tostado de metales no ferrosos, la producción de clínker y la incineración de desechos. La mayor parte de este mercurio se puede captar mediante medidas de lucha contra la contaminación; sin embargo, eso genera a su vez desechos sólidos y líquidos contaminados con mercurio que deben gestionarse de forma segura. La mala gestión de los desechos, en particular de las aguas residuales, puede dar lugar a liberaciones de mercurio al agua, la tierra y el suelo. Las actividades de minería a escala industrial, especialmente cuando el mineral tiene un alto contenido de mercurio, también pueden dar lugar a liberaciones de mercurio al aire, la tierra y los sistemas de abastecimiento de agua, mientras que los residuos de la extracción minera pueden estar muy contaminados con mercurio.

## Emisiones y liberaciones de mercurio

12. La Evaluación Mundial sobre el Mercurio de 2013 indicó que las principales fuentes de emisiones antropógenas de mercurio a la atmósfera son la extracción de oro artesanal y en pequeña escala y la combustión de carbón (PNUMA, 2013), seguidas de la producción de metales ferrosos y no ferrosos y la producción de cemento. En la evaluación de 2013 también se examinaron las liberaciones de mercurio al agua procedentes de fuentes puntuales de emisiones de mercurio, los sitios contaminados y las minas de extracción de oro artesanal y en pequeña escala. En la evaluación se

determinó que las emisiones antropógenas de mercurio a la atmósfera en 2010 se estimaban en 1.960 toneladas métricas, mientras que las liberaciones antropógenas al agua fueron por lo menos 1.000 toneladas métricas. Se calculó que los sitios contaminados habían liberado entre 8 y 33 toneladas métricas de mercurio al año al agua y entre 70 y 95 toneladas métricas de mercurio a la atmósfera, de modo que su contribución al total mundial era relativamente pequeña. Otros estudios (Kocman y otros, 2013) han encontrado mayores niveles de liberaciones al agua, en concreto entre 67 y 165 toneladas métricas de mercurio al año. Estas cifras indican que las comunidades locales pueden sufrir una exposición significativa al mercurio procedente de los sitios contaminados.

### **Obligaciones dimanantes del Convenio de Minamata sobre el Mercurio**

13. En el artículo 12 del Convenio de Minamata se establecen las siguientes obligaciones en lo relativo a los sitios contaminados:

1. Cada una de las Partes procurará elaborar estrategias adecuadas para detectar y evaluar los sitios contaminados con mercurio o compuestos de mercurio.
2. Toda medida adoptada para reducir los riesgos que generan esos sitios se llevará a cabo de manera ambientalmente racional, incorporando, cuando proceda, una evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados del mercurio y de los compuestos de mercurio que contengan.
3. La Conferencia de las Partes aprobará orientaciones sobre los principios de la gestión de sitios contaminados, que podrán incluir métodos y criterios en relación con:
  - a) La detección y caracterización de sitios;
  - b) La participación del público;
  - c) La evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente;
  - d) Las opciones para gestionar los riesgos que plantean los sitios contaminados;
  - e) La evaluación de los costos y los beneficios; y
  - f) La validación de los resultados.
4. Se alienta a las Partes a que cooperen para formular estrategias y ejecutar actividades dirigidas a detectar, evaluar, priorizar, gestionar y, según proceda, rehabilitar sitios contaminados.

14. Las presentes orientaciones se han elaborado de conformidad con el párrafo 3 del artículo 12 del Convenio y están estructuradas en torno a los principales métodos y enfoques que se enumeran. También hacen referencia a las políticas nacionales en varios países.

## **B. Detección y caracterización de sitios**

### **Detección de sitios**

15. El párrafo 1 del artículo 12 obliga a las Partes a elaborar estrategias adecuadas para detectar y evaluar los sitios contaminados con mercurio o compuestos de mercurio. Esta formulación implica el desarrollo de un enfoque que incluya un examen nacional de la magnitud del problema de los sitios contaminados de cada una de las Partes. En la mayoría de los casos eso significa empezar por reunir información para determinar las instalaciones que podrían haber participado en procesos susceptibles de provocar liberaciones de mercurio. Como se señaló anteriormente, ello incluirá tanto los sitios de fabricación activos como los abandonados en los que el mercurio o los compuestos de mercurio formen parte de los procesos o los productos, las operaciones de extracción de oro artesanal y en pequeña escala, las operaciones de minería de oro y otros metales no ferrosos y otras operaciones industriales. Esta determinación inicial de los sitios, así como las estimaciones iniciales de la magnitud de la contaminación y el potencial de liberación de mercurio y la exposición de la población, permitirán que las naciones empiecen a priorizar la respuesta a sus sitios contaminados.

16. Un primer paso en la elaboración de un programa de evaluación y gestión de sitios contaminados es definir claramente qué se entiende por sitio contaminado. El término “sitios contaminados” no está definido específicamente en el texto del Convenio. Las directrices sobre las mejores prácticas ambientales para la gestión ambientalmente racional de sitios contaminados con mercurio del Plan de Acción para el Mediterráneo (MAPUNEP, 2015) definen un sitio contaminado como “un lugar donde hay una acumulación de sustancias tóxicas o residuos que pueden afectar al suelo, las aguas subterráneas, los sedimentos y, en el caso del mercurio, incluso el aire a niveles que

suponen un riesgo para el medio ambiente o la salud humana o están por encima de los límites seguros recomendados para un uso específico”. La Oficina Regional Europea de la Organización Mundial de la Salud define los sitios contaminados como “zonas que albergan o han albergado actividades humanas que han producido o podrían producir contaminación ambiental del suelo, las aguas superficiales o subterráneas, el aire o la cadena alimentaria y producen o pueden producir efectos sobre la salud humana” (OMS/EURO, 2013). Otras definiciones incluyen el concepto de sitios donde se encuentran sustancias en concentraciones superiores a los niveles de fondo y suponen o pueden suponer un riesgo inmediato o a largo plazo para la salud humana o el medio ambiente, o donde las sustancias se encuentran en concentraciones superiores a los niveles establecidos en las políticas y reglamentaciones. Como los usos de la tierra propuestos pueden cambiar rápidamente, quizás sea necesario buscar una definición más genérica. Algunos sugieren la necesidad de definir lo que comprende un “sitio”, teniendo en cuenta que un sitio puede no limitarse necesariamente a una forma terrestre como un campo, un bosque o una colina, sino que puede incluir medios acuáticos como arroyos, ríos, lagos, pantanos, humedales, estuarios y bahías en los casos en que la contaminación por mercurio fluye hasta las zonas acuáticas desde, por ejemplo, los sitios de extracción de oro artesanal y en pequeña escala (IPEN, 2016). Como el mercurio es un elemento natural, puede haber niveles de fondo de mercurio que han de tenerse en cuenta en la caracterización del sitio.

17. Pueden darse dos enfoques para detectar posibles sitios contaminados: un enfoque exhaustivo y un enfoque individual. El enfoque exhaustivo comienza con la realización de un examen nacional de la utilización histórica de la tierra y la creación de una lista inicial de posibles sitios contaminados. A continuación se establece un orden de prioridades en la lista y se determinan los sitios que requieren una investigación más profunda. Este enfoque puede ser eficaz a la hora de elaborar un plan nacional integral para las medidas de control de los sitios contaminados con mercurio. El enfoque individual se basa en la gestión de los riesgos, y determina los sitios que requieren una investigación más profunda mediante exámenes de uso histórico de la tierra en los casos en que existe un riesgo de que se extienda la contaminación por mercurio, por ejemplo, cuando cambia el carácter de la tierra. Este enfoque es particularmente eficaz y eficiente cuando un país ha llevado a cabo algún tipo de detección de sitios contaminados y ha aplicado medidas de gestión ambientalmente adecuadas. Por ejemplo, puesto que los sitios contaminados como las zonas de eliminación de desechos que reciben una gestión adecuada no presentan el riesgo de que la contaminación se extienda a menos que exista la necesidad de cambiar el carácter de la tierra, no deben incluirse entre los objetivos de la detección.

18. El examen de la utilización histórica de la tierra es un recurso importante para detectar sitios potencialmente contaminados (CCME, 2016). Puede constituir el primer paso en la detección de los sitios que pueden requerir una investigación más profunda. Hasta que la contaminación haya quedado demostrada mediante investigaciones del sitio, esos sitios pueden denominarse “presuntos” sitios contaminados. En algunas jurisdicciones, todos los sitios contaminados presuntos o demostrados se incorporan a una base de datos en línea. Si la situación de un sitio cambia (por ejemplo, si se demuestra que no está contaminado), se indicará esta circunstancia en la base de datos. Hay una serie de fuentes posibles de contaminación de sitios, a saber, el almacenamiento de mercurio, la fabricación de productos con mercurio añadido, el uso de mercurio en los procesos de fabricación, las actividades mineras (tanto la minería aurífera artesanal y en pequeña escala como las actividades de minería industrial), las fuentes puntuales de emisiones de mercurio, y la gestión de desechos. Las fuentes tales como la fabricación de productos con mercurio añadido, el uso de mercurio en los procesos de fabricación y las fuentes puntuales de emisiones de mercurio pueden incluir no solo las actividades citadas en los anexos del Convenio de Minamata, sino también otras actividades no sometidas a control en virtud del Convenio. Cabe señalar que si hay un sitio contaminado principal también puede haber sitios secundarios conexos, con contaminación a causa de escorrentía, lixiviación o migraciones del sitio principal. En algunos casos, en particular con escorrentías en los humedales y otros ecosistemas sensibles, la contaminación en el sitio secundario puede consistir principalmente en metilmercurio a partir de una transformación bacteriana, o en otras formas de mercurio como el sulfuro de mercurio, que pueden generarse por sulfurización del mercurio a causa del contenido de azufre en el suelo. En muchos países puede que el conocimiento de los usos históricos de los sitios sea limitado, en particular de aquellos sitios en los que se han realizado actividades artesanales. Siempre que sea posible, la información sobre sitios potencialmente contaminados se debe mantener en una base de datos.

19. En el caso de la extracción de oro artesanal y en pequeña escala, la detección de los sitios puede ser especialmente problemática debido al número de sitios potencialmente contaminados, la naturaleza informal (y, en ocasiones, ilegal) de la actividad y la falta de registros oficiales. Tal vez sea necesario determinar un grupo o una región de los sitios que podrían estar afectados por la minería artesanal y luego trabajar dentro de esa zona para determinar los sitios concretos que son motivo de preocupación.



20. Para elaborar un inventario nacional preliminar de sitios contaminados presuntos o potenciales, los organismos públicos pueden reunir los registros de las actividades o usos de la tierra actuales e históricos como los arriba mencionados, a fin de que constituya la base de posteriores investigaciones. En algunas jurisdicciones, los organismos públicos, las empresas y los propietarios privados están obligados por ley<sup>1</sup> a notificar a las autoridades ambientales competentes si poseen tierra de la que se sospecha o se sabe que está contaminada; de lo contrario se enfrentan a sanciones económicas.

21. En muchos casos, los presuntos lugares contaminados pueden determinarse inicialmente por los medios siguientes (PNUMA, 2015):

- Registros de identificación de actividades industriales o de otra naturaleza en el pasado en el sitio;
- Observación visual de las condiciones del sitio o de las fuentes de contaminantes concomitantes;
- Observación visual de la fabricación y otras operaciones de las que se sabe que han utilizado o emitido un contaminante especialmente peligroso;
- Observación de efectos adversos en los seres humanos, la flora o la fauna causados presumiblemente por la proximidad al lugar;
- Resultados físicos o analíticos que muestren niveles de contaminación;
- Informes de la comunidad a las autoridades en relación con presuntas liberaciones.

### **Caracterización de los sitios**

22. Una vez que se han determinado los posibles sitios contaminados, deben adoptarse medidas para investigar más a fondo aquellos que plantean los mayores riesgos (debido a factores como la ubicación y cuestiones ambientales) a fin de determinar los niveles de contaminación y los riesgos principales de cada uno de los sitios.

23. La elaboración de un modelo conceptual del sitio puede ser una medida útil. Un modelo conceptual del sitio es una representación visual y una descripción narrativa de los procesos físicos, químicos y biológicos que se producen o se han producido en un sitio. Debe explicar cómo se contaminó el sitio, la magnitud de la contaminación, qué medios están contaminados, cómo se transportó y se transporta la contaminación, dónde terminará al final la contaminación y las poblaciones y los ecosistemas a los que puede afectar (CCME, 2016)<sup>2</sup>. En ese modelo debe prestarse atención a la especificidad química del mercurio, así como de otros contaminantes que puedan estar presentes. Otros factores que podrían incluirse son las formas en que los seres humanos interactúan con un sitio contaminado, que van de usos de alta frecuencia, como en zonas residenciales, a frecuencias menores, como en zonas de recreo. Los usos de las aguas subterráneas de la zona también pueden ser importantes, así como si esos usos son o no potables. El modelo conceptual del sitio debería actualizarse a medida que se disponga de nueva información. Los pasos en la elaboración de un modelo conceptual para cada sitio podrían ser útiles para establecer prioridades para posteriores investigaciones de sitios concretos. El establecimiento de prioridades podría tener en cuenta no solo los sitios en los que se prevén los niveles más altos de mercurio, sino también aquellos que podrían causar el mayor impacto en los ecosistemas o las poblaciones.

24. La caracterización de los sitios identificados como potencialmente contaminantes se puede ampliar por medio de protocolos de evaluación, tanto para las evaluaciones de diagnóstico inicial<sup>3</sup> como para las detalladas. Las evaluaciones de diagnóstico inicial pueden ser un instrumento útil para distinguir entre los sitios que generan mayor y menor preocupación, de modo que los recursos puedan centrarse en los problemas más importantes.

<sup>1</sup> Véase, por ejemplo, Gobierno de Australia Occidental, Ley de 2003 de sitios contaminados de Australia Occidental, parte 2, división 1, secc. 11 (3), disponible en inglés en <https://www.legislation.wa.gov.au>.

<sup>2</sup> El Ministerio de Salud del Canadá también ha elaborado un instrumento para elaborar un modelo conceptual del sitio de manera sistemática. La herramienta se puede obtener en inglés previa solicitud a la División de Sitios Contaminados del Ministerio de Salud del Canadá, en <https://www.canada.ca/en/health-canada/corporate/contact-us/contaminated-sites-division.html>.

<sup>3</sup> Véase, por ejemplo, <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>.

25. La evaluación de un sitio debería enmarcarse en el contexto de “objetivos de investigación”, tales como:

- La determinación de la historia de la utilización del sitio;
- La caracterización de los tipos de contaminantes presentes en el sitio;
- La determinación del alcance y la distribución de la contaminación;
- El fomento de un entendimiento más profundo de la geología y la hidrogeología del sitio;
- La caracterización de la migración real de contaminantes (destino y transporte, receptores y vías ambientales y de exposición pertinentes) y la determinación de las posibilidades de migración;
- La evaluación de la exposición real y las posibilidades de exposición de la población local y el medio ambiente.

26. Para un sitio concreto se pueden fijar otros objetivos de investigación a fin de abordar preocupaciones locales específicas.

27. Una vez establecidos los objetivos de investigación, debería elaborarse un plan de muestreo y análisis. Este plan debe crearse a partir de la información disponible del sitio y de los objetivos de investigación. El plan de muestreo y análisis debería contar con los elementos siguientes:

- Examen de los datos existentes, incluida la determinación de las fuentes reales y potenciales, tanto primarias como secundarias;
- Labores previas a la investigación, en particular la preparación de un plan de salud y seguridad y la localización de las instalaciones y las estructuras que puedan afectar a las investigaciones detalladas o verse afectadas por ellas (esta medida tiene por objeto garantizar que el muestreo o las actividades de investigación no afectan a la salud y la seguridad de los trabajadores, transeúntes u otras personas);
- Medios de muestreo, tipos de datos e instrumentos de investigación, incluidas las decisiones acerca de qué medios (el suelo, los sedimentos, las aguas subterráneas, los vapores del suelo, el aire, la biota, las aguas superficiales, etc.) muestrear (las muestras se pueden emplear para determinar aspectos como la concentración química, las propiedades físicas y la lixivialidad de los contaminantes);
- Diseño del muestreo;
- Métodos de muestreo y análisis y plan de proyecto de garantía de la calidad.

28. Los protocolos nacionales existentes de obtención y análisis de muestras de sitios deberían evaluarse en función de si resultan adecuados para cumplir los objetivos del Convenio.

29. El muestreo deberá diseñarse con miras a alcanzar los objetivos de la evaluación, que son determinar los contaminantes presentes en el sitio, establecer su distribución dentro de la zona y localizar los puntos críticos que pueden comportar riesgos inaceptables para la salud humana o el medio ambiente. Una estrategia de muestreo se elabora sobre la base de la información reunida y toma en cuenta el modelo conceptual del sitio para definir el patrón de muestreo; la densidad, el número y la distribución de los puntos de muestreo, el tipo de muestreo (de una sola etapa o de varias), el tipo de muestras (simples o compuestas); la profundidad del muestreo (una de las muestras debe tomarse muy cerca de la superficie debido a la posibilidad de contacto directo, ingestión o inhalación) y los intervalos de profundidad; y los contaminantes de interés (mercurio, metilmercurio u otros compuestos de mercurio). También se deben tomar muestras de las aguas subterráneas cuando se sospecha que la contaminación puede haber alcanzado la capa freática o se ha cruzado esta durante la perforación de los pozos de sondeo.

30. Como parte de un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial para la elaboración de un plan de vigilancia mundial de la exposición humana a las concentraciones de mercurio en el medio ambiente se han analizado las metodologías de muestreo. Se dispone de metodologías normalizadas de muestreo, en particular para el aire (muestreo tanto activo como pasivo, así como deposiciones húmedas), la biota (muestreo de tejido muscular para calcular el mercurio total) y la biovigilancia humana (con la elección de la matriz en función del tipo de exposición al mercurio que experimenta la población en cuestión). Además, algunos países cuentan con métodos normalizados de muestreo y análisis de otros medios ambientales, como el suelo. [*Se insertará aquí*

*un informe de próxima publicación con protocolos de la OMS y otras metodologías normalizadas de muestreo cuando esté disponible.]*

31. Entre las metodologías de muestreo figura una en la que la tierra se divide en pequeñas secciones y se muestrea el suelo del centro de cada sección, y otra en la que los puntos de muestreo se determinan mediante un modelo conceptual del sitio. Según la temperatura y el contenedor utilizado para transportar las muestras del suelo del sitio de muestreo al lugar en el que se analizan, el mercurio puede volatilizarse, lo que provocaría evaluaciones inexactas. También existe una norma ISO para el muestreo de los suelos (ISO 18400).

32. Una vez que la evaluación ha establecido el riesgo, como la presencia o la ausencia de una ruta de exposición, es importante dar prioridad a las medidas necesarias para gestionar el riesgo. En otras palabras, es necesario determinar si la tierra requiere una rehabilitación inmediata o si es suficiente con prestar especial atención al riesgo de que la contaminación se extienda si se altera el suelo contaminado, por ejemplo por trabajos de construcción.

## C. Participación del público

33. La participación del público es importante para poder gestionar de manera eficaz los problemas y los sitios, en particular en temas delicados como la presencia de sitios contaminados cercanos. A menudo esta participación se coordina a través de los organismos gubernamentales a escala local, regional o nacional a los que se les ha asignado la responsabilidad de gestionar los sitios contaminados. Hay muchos términos que describen el concepto de “participación del público”, como “colaboración con el público”, “participación de la comunidad”, “intervención de la comunidad”, “colaboración con la comunidad” o “participación de los interesados” (National Environmental Justice Advisory Council, 2013). La consulta pública es un elemento importante de la rehabilitación sostenible e incluso está establecida en la legislación en algunas jurisdicciones. El objetivo de la participación pública es garantizar que las personas (o los grupos) que pudieran verse afectadas, implicadas o interesadas en una medida estén informadas y sean incluidas en el proceso de adopción de decisiones de acuerdo con sus respectivas funciones y responsabilidades. Por lo tanto, es importante empezar a colaborar con el público en una fase temprana del proceso de determinación o evaluación detallada de un sitio contaminado. Los conocimientos locales pueden ser muy importantes para detectar sitios potencialmente contaminados y decidir la estrategia de muestreo del suelo.

34. Hay una serie de elementos que deberían tenerse en cuenta a la hora de poner en marcha un proceso de consulta pública. En primer lugar, la comunicación eficaz, junto con un proceso bidireccional de transmisión y recepción de la información, es importante para aumentar el entendimiento entre las partes interesadas. La información científica debería divulgarse por los medios más eficaces para reducir la distancia entre el riesgo real y el riesgo que percibe la comunidad en cuestión. La participación es igualmente importante cuando los riesgos son percibidos, para garantizar que se atienden las preocupaciones. Si bien hay elementos comunes de intervención, el enfoque debe adaptarse a las necesidades particulares específicas de cada comunidad. Hay una serie de instrumentos y metodologías disponibles para la puesta en marcha de un proceso de consulta pública<sup>4</sup>.

35. Es importante que los miembros de la comunidad se vean a sí mismos como partes interesadas en el tema en cuestión. Las actividades de divulgación comunitaria deberían dirigirse a diferentes niveles. Pueden considerarse partes interesadas tanto los propietarios o residentes que viven cerca o en el sitio como las comunidades afectadas por la contaminación procedente de los sitios y otras industrias en la zona que pueden resultar afectadas por la contaminación. Los directivos y los empleados en sitios activos en la actualidad son también partes interesadas; cabe señalar, no obstante, que si la contaminación se ha producido como consecuencia de una manipulación inadecuada de los desechos o los productos con mercurio, por ejemplo, antes de adoptar cualquier medida adicional hay que resolver el problema de la fuente. En algunos casos, puede haber grupos comunitarios locales que hablen en nombre de la comunidad en su conjunto o de algunos sectores, como las organizaciones no gubernamentales y los trabajadores de la salud pública. En algunos casos, en particular cuando hay problemas de larga data entre las partes interesadas, puede ser beneficioso que las consultas sean administradas por una tercera parte independiente (como un consultor o un académico). Un tercero puede intervenir únicamente en la parte de divulgación del proceso o participar en otras actividades asociadas con la detección o incluso la posible rehabilitación de los sitios contaminados.

36. Se debe hacer hincapié en la calidad de las aportaciones sobre la cantidad, y la participación debería centrarse en obtener información de la comunidad al menos en igual medida que en proporcionar información a esta. Es importante que el proceso de participación de la comunidad se

<sup>4</sup> Véase, por ejemplo, <https://www.epa.gov/superfund/superfund-community-involvement-tools-and-resources>.

mantenga a lo largo de toda la investigación del sitio, la gestión y las actividades de rehabilitación, ya que la fase de gestión puede entrañar un aumento sustancial del riesgo para las comunidades adyacentes. La excavación de materiales contaminados y el tratamiento *in situ* pueden liberar polvo, vapores y olores. Un mecanismo de participación útil puede ser la creación de un comité de consultas comunitarias en el que intercambiar información técnica, práctica y anecdótica entre las autoridades, los contratistas del sitio y la comunidad a fin de asegurar un entendimiento común de las medidas propuestas en el sitio contaminado. Ese comité también puede ser un foro útil donde examinar los programas de vigilancia (de vapor, polvo, etc.) que pudieran introducirse en el sitio y en sus intermediaciones para hacer frente a las preocupaciones de la comunidad durante la fase de gestión.

37. Se deben reconocer las aportaciones de los miembros de la comunidad local, ya que son ellos quienes pueden tener los mayores conocimientos y experiencia sobre la historia, los efectos y el impacto de los sitios contaminados, así como sobre los cambios en esos efectos a lo largo del tiempo. Esto podría contribuir a la comprensión de las cuestiones que deben evaluarse. Un enfoque exhaustivo de la gestión de los sitios contaminados es el que implica directamente a los miembros de la comunidad local y los sitúa en el centro de las actividades que afectan a la comunidad.

38. El primer paso en el proceso de participación del público puede ser dar información a la comunidad implicada. La información proporcionada en esta etapa podría incluir antecedentes sobre el sitio, entre otras cosas datos sobre los usos pasados y las sospechas acerca de la naturaleza de la contaminación. Esto puede resultar fundamental para conseguir la cooperación y el acatamiento de la comunidad, en particular con las medidas iniciales que pueda ser necesario adoptar (por ejemplo, la instalación de vallas para impedir la entrada a las zonas contaminadas), así como con actividades de rehabilitación del sitio. El hecho de que el sitio siga activo puede hacer que esa participación sea más difícil. Otra información que debería proporcionarse es una exposición de cómo se está pidiendo que la comunidad participe, ya que ello contribuye a establecer expectativas comunes para el trabajo. También debería aportarse un calendario inicial de las actividades, con los plazos de presentación o preparación de informes. La información inicial se puede facilitar mediante la distribución de material impreso (como folletos) directamente dentro de la comunidad o por medio de anuncios en los periódicos locales o comunitarios o en los sitios web pertinentes. Las estaciones locales de radio y televisión se pueden utilizar para difundir información y dar a conocer actividades destacadas. Se debería proporcionar información de contacto a fin de que las personas interesadas en obtener más información puedan hacerlo.

39. Es conveniente presentar un plan inicial en el que se establezcan las formas de participación de la población, incluido un calendario para las actividades de colaboración propuestas. En los casos en que se soliciten aportaciones de información, se deberá proporcionar detalles sobre cómo se recopilarán los datos y el modo en que se utilizarán. Entre las actividades de participación de la población puede figurar la celebración de reuniones públicas, que podrán llevarse a cabo en lugares destacados de la comunidad o, en algunos casos, en el sitio afectado. Las reuniones públicas pueden tener diversos formatos, y puede ser útil celebrar diferentes tipos de reuniones en distintas etapas de los trabajos. Las reuniones generales, donde personas clave hablan sobre los principales puntos de debate y a continuación sigue una sesión de preguntas y respuestas, pueden ser útiles para la participación inicial, mientras que en etapas posteriores pueden ser eficaces los talleres o las reuniones con formatos específicos para aumentar la interacción y llegar a conclusiones convenidas. También se debe considerar la posibilidad de crear oportunidades para que las personas puedan aportar información de manera confidencial, a fin de evitar cualquier posible presión de los propietarios o los titulares de las instalaciones, en particular hacia los trabajadores.

40. Puede ser apropiado utilizar diferentes metodologías para colaborar con la población, en función de la etapa del proceso (la determinación del sitio, la investigación, la rehabilitación, el mantenimiento posterior, etc.). Los resultados del proceso de consulta pública y las decisiones sobre las actividades futuras deberían divulgarse de manera similar a la información inicial al principio del proceso de participación.

## **D. Evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente**

41. Los peligros del mercurio están ampliamente reconocidos, y existe gran cantidad de información científica sobre los efectos de la exposición al mercurio, tanto el mercurio elemental como el mercurio inorgánico y el metilmercurio. Sin embargo, es necesario garantizar que la información esté disponible para el público en general.

42. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el mercurio elemental y el metilmercurio son tóxicos para los sistemas nerviosos central y periférico. La inhalación de vapor de mercurio puede

producir efectos nocivos en los sistemas nervioso, digestivo e inmunitario, los pulmones y los riñones, y puede resultar mortal. Las sales inorgánicas de mercurio son corrosivas para la piel, los ojos y el tubo digestivo y pueden provocar toxicidad renal si se ingieren. Tras la inhalación, la ingestión o la exposición tópica a distintos compuestos de mercurio se pueden observar trastornos neurológicos y de comportamiento. Los síntomas son temblores, insomnio, pérdida de memoria, efectos neuromusculares, dolores de cabeza y disfunción cognitiva y motriz. En trabajadores expuestos durante años a una concentración de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  o más de mercurio elemental en la atmósfera se han detectado signos subclínicos leves de toxicidad en el sistema nervioso central. Los efectos observados en los riñones van desde el aumento en la cantidad de proteínas en la orina hasta la insuficiencia renal. Tras la exposición de fetos y niños se han registrado efectos permanentes en el sistema nervioso en desarrollo, de manera que esos grupos se definen como especialmente vulnerables a la exposición al mercurio (OMS, 2017).

43. Los efectos ambientales de la exposición al mercurio, en particular sobre los predadores superiores con una exposición alimentaria potencialmente alta, pueden incluir la disminución del éxito reproductivo y problemas en las habilidades para la caza.

44. Los sitios contaminados pueden provocar un aumento local de la concentración de mercurio (y de otros contaminantes), que puede plantear riesgos para las personas y el medio ambiente. El consumo de aguas subterráneas o superficiales contaminadas puede dar lugar a una exposición a largo plazo, al igual que la ingesta de pescados y mariscos que viven en aguas superficiales contaminadas. Los contaminantes también pueden ser incorporados por los cultivos alimentarios producidos en los sitios contaminados o cerca de ellos. Los suelos contaminados con mercurio, especialmente metilmercurio, pueden generar vapores subsuperficiales (también denominados vapor del suelo) que posteriormente pueden migrar a las estructuras de los edificios suprayacentes, y convertirse en una fuente importante de exposición por inhalación del aire en interiores que debe tenerse en cuenta (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US DHHS). Los sitios en los que es probable que exista exposición al vapor de mercurio parecen limitarse a los que han sido contaminados por mercurio metálico, como los sitios contaminados en las inmediaciones de las minas de extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

45. Los sitios contaminados pueden provocar lixiviación o escorrentías superficiales de mercurio, que pueden contaminar las aguas subterráneas o las aguas de superficie y provocar potenciales exposiciones al mercurio elemental o inorgánico a través del agua potable. Así pues, debería tenerse en cuenta el potencial de un sitio para contaminar las aguas subterráneas o superficiales. En condiciones anaerobias, el mercurio puede ser metilado en el medio ambiente por las bacterias, en particular en los sedimentos u otros entornos adecuados. El mercurio metilado puede entrar en la cadena alimentaria y causar una exposición alimentaria significativa para las especies depredadoras, incluidos los seres humanos, lo cual resulta especialmente preocupante en lo que concierne al consumo de pescado. En varias jurisdicciones se han establecido programas de vigilancia de peces y se han formulado recomendaciones sobre el consumo de pescado, sobre todo en los alrededores de fuentes puntuales conocidas, presuntas o históricas de emisiones de mercurio.

46. Los riesgos asociados a un sitio determinado guardan relación con el nivel de contaminación y con las posibilidades de exposición. Así, un sitio altamente contaminado que se encuentra aislado de los centros de población o que no tiene un potencial significativo de lixiviación plantea un riesgo mucho menor que otro sitio menos contaminado en una zona urbana o uno que está más estrechamente vinculado a humedales o con filtraciones importantes a las aguas subterráneas. Por lo tanto, los objetivos de limpieza específicos de cada sitio variarán en función de los niveles de exposición reales o previstos. La evaluación de la exposición exige tener en cuenta el nivel de mercurio o compuestos de mercurio en el sitio y la migración de mercurio fuera del sitio, así como la proximidad de la población local. Esta información puede recopilarse durante el proceso de determinación del sitio o puede requerir la toma de muestras adicionales. Existen modelos de transferencia y exposición disponibles para evaluar el riesgo y es necesario realizar un muestreo continuado en el tiempo para confirmar que la situación no se está deteriorando.

47. Dependiendo de la historia de un sitio, es posible que haya muchos contaminantes distintos del mercurio en niveles que justifiquen una preocupación a escala nacional. La información sobre esos contaminantes también se puede obtener durante el proceso de evaluación del sitio. La presencia de otras sustancias (como otros metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes u otras sustancias peligrosas) puede influir en las decisiones de gestión, en particular en las opciones de rehabilitación y los métodos para abordarla, y en la necesidad de adoptar medidas de gestión de riesgos como la restricción del acceso al sitio y a la zona circundante.

48. El estilo de vida (el consumo de tabaco, la dieta, etc.) también puede influir en la forma en que los contaminantes afectan a la salud humana; cabe señalar que tienden a afectar desproporcionadamente a personas económicamente desfavorecidas.

## **E. Opciones para gestionar los riesgos que plantean los sitios contaminados**

49. Una vez concluida la evaluación de un sitio contaminado, es necesario adoptar decisiones sobre los medios más apropiados para gestionar los riesgos que presenta. Esas decisiones pueden adoptarse a escala nacional, regional o local o, en determinadas circunstancias, por los propietarios o por otras entidades. El objetivo de la gestión de los riesgos debería acordarse antes de aplicar las medidas y debe ser compatible con el objetivo del Convenio de Minamata en lo que respecta a la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio. Los requisitos para la gestión de los sitios contaminados pueden estipularse en la legislación y las políticas nacionales.

50. Hay dos vías principales para tratar la contaminación del sitio provocada por actividades industriales anteriores u otras actividades humanas: la gestión de los sitios y la rehabilitación. Es probable que la gestión de los sitios sea necesaria como medida inicial tras detectar el sitio y las posibles rutas de liberación y exposición, se emprenda o no su rehabilitación.

51. La gestión de los sitios incluye las medidas adoptadas para reducir la exposición de los seres humanos y el medio ambiente al mercurio o compuestos de mercurio presentes. Tal vez deba examinarse la posibilidad de que exista una fuente persistente o principal de contaminación superficial o subterránea.

52. Las medidas adoptadas pueden incluir restringir el acceso al lugar para limitar la exposición directa (mediante vallas y señales de advertencia) o definir las restricciones sobre las actividades que pueden movilizar la contaminación en el sitio. Si no existe un peligro inmediato para el medio ambiente o la comunidad local, puede considerarse apropiado abandonar el material contaminado sin tratar hasta que se resuelvan sitios más prioritarios. Tal vez sea posible aislar la contaminación en el sitio en una planta de contención en espera de su rehabilitación posterior. En esas circunstancias, debe revisarse periódicamente la contaminación del sitio a fin de garantizar que el mercurio no migra al exterior ni desarrolla potencial para afectar al medio ambiente más allá de los límites del sitio. También se deben adoptar medidas para que la información sobre la calidad del suelo y otros datos sobre el estado del sitio se mantengan fácilmente accesibles para los futuros usuarios.

53. Se podría emprender una vigilancia a largo plazo para determinar las emisiones y liberaciones persistentes relacionadas con la presencia de los contaminantes y sus metabolitos. El muestreo de los suelos aportará, probablemente, la mejor indicación del nivel de contaminación; sin embargo, la vigilancia también puede incluir la medición de los niveles de mercurio atmosférico en las inmediaciones del lugar. Si en la evaluación inicial del sitio se determina contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, el muestreo periódico del agua también puede considerarse como parte del plan de gestión.

54. La rehabilitación es otra vía para reducir los riesgos asociados a los sitios contaminados. La rehabilitación incluye las medidas adoptadas para eliminar, controlar, contener o reducir los contaminantes o las vías de exposición. El objetivo de la rehabilitación es convertir un sitio en aceptable y seguro para su uso actual y también aumentar al máximo las posibilidades de usos futuros. La decisión de rehabilitar requiere el examen de una serie de factores, entre ellos los resultados deseados, el nivel de contaminación, las posibilidades de exposición resultantes de la contaminación, la viabilidad de las opciones de rehabilitación, las consideraciones relativas a la relación costo-beneficio, los posibles efectos adversos de las medidas (como la contaminación ambiental asociada a alterar los suelos contaminados) y los recursos disponibles para la rehabilitación. Las medidas de rehabilitación también deben emprenderse teniendo debidamente en cuenta la necesidad de que se hagan de manera sostenible.

55. Hay varias opciones de rehabilitación, con diversidad de costos y eficacia. La elección del método de rehabilitación debe tener en cuenta el uso declarado del sitio y los riesgos asociados con ese uso. La presencia de otros contaminantes también puede influir en la elección del método de rehabilitación. Cabe señalar que una estrategia de rehabilitación a menudo requiere la combinación de varias técnicas de rehabilitación para tratar el problema de manera adecuada. Un aspecto fundamental de la evaluación de los riesgos ambientales y para la salud asociados a un sitio contaminado es el estudio y la comparación de las distintas opciones de rehabilitación para determinar la solución más eficaz.

## Tratamiento del suelo

56. Cuando sea factible, puede ser preferible el tratamiento en el sitio para eliminar el contaminante o para reducir el peligro asociado a un nivel aceptable. En la medida de lo posible, ese tratamiento debería llevarse a cabo sin efectos adversos sobre el medio ambiente, los trabajadores, la comunidad adyacente al sitio o el público en general.
57. La contención *in situ* de la zona contaminada con mercurio puede ser una opción viable en determinadas circunstancias. Las barreras físicas se utilizan para impedir la movilización del mercurio por el suelo o por el aire, y tienen que ser barreras físicas rentables. Entre otras cosas, se pueden cavar zanjas profundas en el suelo en torno a la contaminación y rellenarlas con lechada (como bentonita/cemento y mezclas de suelo); otro método físico puede ser la inyección *in situ* de estabilizadores químicos en el suelo mediante barrenas especialmente diseñadas. Cabe señalar que esas medidas no reducen la masa de mercurio presente, y existe la posibilidad de que se libere material contaminado durante el proceso (Merly y Hube, 2014). Los controles institucionales tales como las restricciones escrituradas o las notificaciones de registro de la tierra podrían ser complementos eficaces a las medidas para impedir la movilización de mercurio.
58. La excavación y otras actividades de alteración del suelo en el sitio se pueden llevar a cabo dentro de estructuras herméticas temporales utilizando filtros de carbono y presurización negativa del aire. De esa manera se reduce el riesgo de generar vapor y liberar partículas que podrían perjudicar a las comunidades locales y al medio ambiente. También se pueden sustituir esas estructuras por costosos programas de vigilancia del aire ambiente, ya que proporcionan mayor confianza a los trabajadores y los residentes locales en cuanto a los niveles de exposición.
59. Si el tratamiento *in situ* de suelos contaminados para eliminar la contaminación no es viable, otra opción es excavar el suelo contaminado y sacarlo del sitio para darle tratamiento en otro lugar. Puede enviarse a un sitio aprobado o una instalación de almacenamiento para su tratamiento posterior. Si se elige esta opción, la Parte deberá asegurar que cualquier instalación receptora estaría en condiciones de gestionar los desechos de conformidad con las disposiciones para la gestión ambientalmente racional de los desechos de mercurio, como se establece en el artículo 11 del Convenio. El objetivo de tratar el suelo excavado fuera del sitio es eliminar el contaminante o reducir el peligro asociado a un nivel aceptable. De ser posible, el suelo tratado se enviará de vuelta al origen o a otro sitio. Los residuos generados durante el tratamiento del suelo contendrán, presumiblemente, altas concentraciones de mercurio y deberán ser gestionados como desechos de mercurio. Obsérvese también que cuando el suelo contaminado se trata y se elimina fuera del sitio de origen, las condiciones de la dependencia de gestión de desechos pueden repercutir en la eficacia del tratamiento.
60. Entre los métodos que han dado buenos resultados para el tratamiento de suelos contaminados con mercurio figuran la solidificación y estabilización, el lavado del suelo y la extracción ácida, el tratamiento térmico y la vitrificación (US EPA, 2007), así como los métodos electrocinéticos y la desorción térmica *in situ*. La opción más adecuada dependerá de la cantidad de mercurio y otros contaminantes en el suelo, así como de su distribución y de la zona contaminada. Así pues, el método de tratamiento debería seleccionarse en función de las características del sitio, teniendo en cuenta las tecnologías disponibles a nivel local y nacional.
61. El proceso de solidificación conlleva mezclar el suelo contaminado o los desechos con un aglomerante para crear un lodo, una pasta u otro estado semilíquido que con el tiempo se cura hasta formar un sólido (US EPA, 2007). La solidificación y estabilización puede hacerse *in situ* o *ex situ*. Esta técnica ya se ha utilizado anteriormente en tareas de descontaminación y está disponible comercialmente en algunos países (US EPA, 2007). Hay diversos factores que afectan al rendimiento o el costo de esta técnica de tratamiento, como el pH de la sustancia que se trata, la presencia de compuestos orgánicos, el tamaño de las partículas, el contenido de humedad y el estado de oxidación del mercurio presente. Algunos ejemplos de compuestos aglomerantes son el cemento Portland, el cemento con polímeros de azufre, los sulfuros, los fosfatos, el polvo de hornos de cemento, las resinas de poliéster y los compuestos de polisiloxano. Estos compuestos varían en cuanto a su eficacia como aglomerantes del mercurio. La mezcla de mercurio con azufre puede estabilizar el mercurio en forma de sulfuro, lo cual reduce su lixivialidad y su volatilidad; sin embargo, el sulfuro de mercurio se puede convertir nuevamente en mercurio elemental en determinadas circunstancias. Existe un proceso de estabilización polimérica en el que el sulfuro de mercurio se microencapsula en una matriz polimérica de azufre que forma bloques sólidos (PNUMA, 2015). Este proceso en dos etapas reduce al mínimo los riesgos ambientales derivados del mercurio, pero también las posibilidades de extraer el mercurio en una etapa posterior.
62. El lavado del suelo y la extracción ácida se pueden utilizar en suelos contaminados que han sido extraídos del sitio y tratados por separado. Como su nombre indica, el lavado del suelo es un

proceso en el que el suelo se lava para eliminar los contaminantes. El lavado del suelo y la extracción ácida se utilizan principalmente para tratar suelos con un contenido relativamente bajo de arcilla que pueden separarse en fracciones. También es menos eficaz para suelos con un alto contenido orgánico. El rendimiento y los costos pueden depender además de la homogeneidad del suelo, el tamaño de las partículas, el pH y el contenido de humedad.

63. El tratamiento térmico se utiliza para tratar desechos industriales y médicos que contienen mercurio, pero por lo general no es adecuado para suelos con un alto contenido de arcilla o de compuestos orgánicos. El rendimiento y los costos del tratamiento dependen, entre otras cosas, del tamaño de las partículas y el contenido de humedad. Se trata de un proceso en el que se utiliza calor para volatilizar el mercurio, que luego puede recogerse de los efluentes gaseosos. Normalmente se lleva a cabo fuera del sitio. Cualquier tratamiento térmico que se realice debe incluir el control del mercurio vaporizado en el proceso. La desorción térmica puede hacerse de manera directa o indirecta. La desorción directa implica la aplicación de calor directamente a los materiales que se tratan. En la desorción térmica indirecta se calienta el exterior de una cámara, y el calor pasa a través de la pared de esa cámara y llega a los materiales que se van a tratar. La desorción térmica indirecta tiene la ventaja de separar los efluentes gaseosos del material de los gases de combustión, lo que reduce considerablemente el volumen de gases contaminados a filtrar. Se pueden tratar los efluentes gaseosos del material tratado para recuperar el mercurio, por ejemplo mediante procesos de condensación (Environment Agency, 2012). Para suelos contaminados con una elevada concentración de mercurio se puede utilizar el tratamiento térmico de altas temperaturas en hornos de retorta a temperaturas de entre 425°C y 540°C (US EPA, 2007). Cabe señalar que las emisiones procedentes de la incineración de desechos están controladas en virtud del artículo 8 del Convenio de Minamata, y la Conferencia de las Partes en el Convenio de Minamata aprobó las orientaciones sobre mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para el control y, en los casos en que sea viable, la reducción de las emisiones de mercurio y compuestos de mercurio a la atmósfera procedentes de diversas fuentes, incluida la incineración de desechos<sup>5</sup>.

64. Las aplicaciones electrocinéticas utilizan una corriente de baja intensidad en el suelo contaminado. Generalmente esta tecnología incluye cuatro procesos: la electromigración (transporte de especies químicas cargadas en el líquido intersticial), la electroósmosis (transporte del líquido intersticial), la electroforesis (movimiento de partículas cargadas) y la electrólisis (reacción química asociada a la corriente eléctrica). Si bien estos procesos pueden extraer metales de los suelos contaminados, su eficiencia depende de muchos factores. El proceso electrocinético puede ser difícil porque el mercurio tiene una baja solubilidad en la mayoría de los suelos naturales, y el proceso puede verse obstaculizado por la presencia de mercurio elemental (Feng y otros, 2015).

### **Técnicas de tratamiento del agua**

65. Los sitios contaminados deben evaluarse para determinar la probabilidad de que exista contaminación en las aguas subterráneas o superficiales. En este sentido, puede resultar de utilidad una evaluación de las condiciones hidrogeológicas. Si se detecta mercurio en el agua asociada a un sitio contaminado, hay varias técnicas de tratamiento posibles. Entre ellas, la precipitación o coprecipitación, la adsorción y la filtración por membrana (US EPA, 2007). Si los sedimentos del fondo están contaminados con mercurio, la excavación, la eliminación y la colocación de una cubierta puede ser un tratamiento apropiado.

66. La precipitación o coprecipitación es un tratamiento habitual, pero requiere una planta de tratamiento de aguas residuales y operadores cualificados. Su eficacia está condicionada por el pH y la presencia de otros contaminantes. El proceso se basa en el uso de aditivos químicos que convierten los contaminantes disueltos en un sólido insoluble (que posteriormente precipita) o forman sólidos insolubles a los que se adsorben los contaminantes disueltos. A continuación, el líquido se filtra o clarifica para eliminar los sólidos.

67. La adsorción (a menudo mediante carbón activado) se usa preferentemente para sistemas menores en los que el mercurio es el único contaminante presente. En este proceso se concentra el mercurio en la superficie de un sorbente, lo que reduce la concentración en la fase líquida libre. Normalmente, los medios de adsorción están empaquetados en una columna a través de la cual se hace pasar el agua contaminada. A continuación, el medio de adsorción agotado deberá ser regenerado para su uso adicional o bien eliminado adecuadamente. Este proceso tiene más probabilidades de verse afectado por la presencia de otros contaminantes que otros métodos.

<sup>5</sup> [http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/forms%20and%20guidance/English/BATBEP\\_introduction.pdf](http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/forms%20and%20guidance/English/BATBEP_introduction.pdf).



68. La filtración por membrana es un proceso muy eficaz en el que los contaminantes se retiran del agua haciéndolos pasar a través de una membrana semipermeable. No obstante, se ve afectado por la presencia de otros contaminantes en el agua; los sólidos en suspensión, los compuestos orgánicos y otros contaminantes reducen la eficiencia de la membrana o impiden completamente su funcionamiento.
69. La decisión de no adoptar ninguna medida de rehabilitación inmediata puede permitir el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan hacer más viable la rehabilitación en el futuro. En esos casos, puede ser necesario un programa de vigilancia a largo plazo, y podría ponerse en práctica un proceso de examen para estudiar posibles medidas futuras de rehabilitación.

## **F. Evaluación de los costos y beneficios**

70. Todas las actividades relacionadas con la detección y la evaluación de los sitios contaminados entrañan un costo en mayor o menor medida. Esos costos pueden incluir el tiempo dedicado por el personal a aspectos como evaluaciones documentales para la determinación inicial de posibles sitios contaminados y visitas de reconocimiento para inspeccionar los posibles sitios y recoger muestras para evaluar los niveles de contaminación. El análisis de las muestras, ya sea en laboratorios estatales o universitarios, o a través de empresas privadas contratadas para realizarlos, también entrañará costos. También puede haber costos privados relacionados con la disminución del valor de la tierra a causa de la contaminación, las demandas de responsabilidad y la reducción de la funcionalidad del sitio. El principio de "quien contamina paga" es una práctica comúnmente aceptada para cubrir los costos. En los casos en que el que contamina está ausente o es desconocido, el establecimiento de una fundación puede ser un enfoque eficaz.
71. Las consultas públicas también pueden entrañar costos relacionados con el tiempo de trabajo del personal o la contratación de un consultor o una empresa especializada.
72. La gestión o la rehabilitación de los sitios contaminados entrañará costos, algunos de los cuales serán costos únicos (gastos de capital) y otros serán continuos, como los gastos operacionales, de mantenimiento y de supervisión. Los costos reales serán muy específicos de cada sitio y dependerán de la disponibilidad de la tecnología adecuada a nivel nacional, y de los costos salariales y de los bienes fungibles a nivel local.
73. Los efectos del mercurio en la población local y el entorno local también entrañan costos. Algunos de estos costos son directos (como la atención médica de las personas que han sufrido efectos adversos en la salud), mientras que otros son más indirectos (como la pérdida de ingresos asociada con la contaminación de los peces que no pueden capturarse o venderse o la pérdida de tierras agrícolas). Los costos asociados a los efectos de un sitio contaminado sobre el medio ambiente local pueden verse a corto o a largo plazo, pero los beneficios resultantes de la gestión eficaz de un sitio contaminado son apreciables durante un período muy largo. Entre los costos a corto plazo se pueden contar las molestias relacionadas con las labores de rehabilitación, mientras que los costos a largo plazo pueden incluir una disminución del valor de la tierra en las inmediaciones del sitio y las limitaciones de la producción agrícola o de otros usos de la tierra. Los costos para las comunidades afectadas diferentes de los relacionados con el mercado, como la morbilidad, los daños cerebrales y la pérdida de recursos naturales o agua potable pueden ser significativamente más altos. Esos costos deberían incluirse en las evaluaciones económicas.
74. Se han evaluado los costos relacionados con una serie de posibles técnicas de rehabilitación. Muchas de las tecnologías disponibles tienen gastos de capital iniciales y gastos continuos de funcionamiento, mantenimiento y supervisión. Las Partes podrán establecer prioridades nacionales para asegurar que los fondos disponibles se utilicen de manera eficaz. Este establecimiento de prioridades podría basarse en la clasificación de los sitios mediante un sistema de puntuación convenido a escala nacional para determinar las prioridades máximas. Para algunas de las tecnologías existe amplia información disponible sobre su aplicabilidad y los posibles riesgos que plantean, mientras que para otras, menos maduras, la información es más limitada.
75. La gestión de un sitio no significa que el sitio deje de causar efectos en el medio ambiente o la salud humana. La restricción del acceso a sitios contaminados con mercurio puede limitar la exposición directa de las personas y los animales, pero no impide necesariamente la contaminación de las aguas subterráneas, la migración de polvo contaminado fuera del sitio o la contaminación atmosférica por los vapores de mercurio. Todos estos efectos entrañan costos que deben tenerse en cuenta en cualquier evaluación.

## **G. Validación de los resultados**

76. A fin de seleccionar las opciones más apropiadas para gestionar los riesgos asociados a un sitio contaminado es necesario conocer los objetivos de la gestión de los sitios contaminados. Es importante estar en condiciones de verificar si las medidas adoptadas han sido eficaces para el cumplimiento de esos objetivos. Los medios de verificación deberían establecerse durante el proceso de planificación inicial, y los recursos necesarios para emprender las medidas necesarias, como la supervisión, deberían incluirse en la totalidad del proyecto.

77. Los objetivos de un programa de supervisión variarán en función de las medidas seleccionadas para gestionar el sitio. El éxito puede medirse por la reducción de los niveles de mercurio en el sitio, los niveles de mercurio que pasa al medio ambiente desde el sitio o la exposición de las poblaciones en las inmediaciones del sitio, o por la recuperación de algún uso adecuado en el sitio. Si hay indicios de que las medidas de gestión del sitio no cumplen los objetivos generales del proyecto, puede ser necesario emprender medidas adicionales. Es posible que el ciclo de gestión consistente en la planificación, la aplicación, la evaluación, la adopción de decisiones y la reorganización deba seguirse en un modo iterativo, en particular cuando se considere la posibilidad de adoptar medidas futuras.

78. Una forma habitual de validación es la validación del muestreo del sitio. Por ejemplo, si se ha excavado una zona crítica de mercurio, el muestreo de las paredes y la base de la zona excavada deben mostrar niveles de mercurio inferiores a los objetivos de la rehabilitación en lo relativo a las concentraciones de mercurio en el suelo. También pueden medirse las concentraciones en el agua de superficie, las concentraciones atmosféricas y los niveles en la biota para evaluar si se han alcanzado los objetivos de la gestión y la rehabilitación.

79. Como parte de la evaluación general de las medidas iniciales adoptadas para gestionar un sitio contaminado, se puede considerar la posibilidad de adoptar nuevas medidas como la rehabilitación, en particular si los avances tecnológicos la hacen más viable que en el momento de la evaluación inicial del sitio. En cualquier caso, puede ser necesaria una supervisión permanente de los niveles de mercurio en el suelo, incluso después de haber efectuado alguna rehabilitación.

## **H. Cooperación en la formulación de estrategias y la ejecución de actividades para detectar, evaluar, priorizar, gestionar y, según proceda, rehabilitar sitios contaminados**

80. En el texto del Convenio se alienta a las Partes a que cooperen entre sí, tanto de manera específica en el artículo sobre sitios contaminados como en las disposiciones del artículo 14 sobre creación de capacidad, asistencia técnica y transferencia de tecnología.

81. La cooperación puede consistir en actividades de intercambio de información, exploración de oportunidades para la evaluación conjunta de los sitios, coordinación de los planes de comunicación en relación con los sitios, y otras actividades, según proceda.

82. Las oportunidades de intercambio de información pueden surgir durante el proceso de detección de los sitios contaminados, que también puede presentar oportunidades de evaluación conjunta del sitio. Esto puede ser particularmente apropiado, por ejemplo, cuando hay varios sitios en una subregión que previamente pertenecían a la misma empresa o eran gestionados por ella o en los que se han realizado actividades similares (como la minería o la producción de cloro-álcali).

83. Las actividades de cooperación durante la evaluación de los sitios contaminados pueden generar ahorro y aumentar la eficiencia, en particular si las Partes están dispuestas a compartir los costos del muestreo y el análisis. Tal vez sea posible, por ejemplo, que una Parte asuma la tarea de obtener las muestras que, posteriormente serán evaluadas por otra Parte con mayor capacidad de laboratorio.

84. En cuanto a la priorización de los sitios contaminados, las Partes pueden tomar las decisiones sobre la base de las prioridades nacionales; sin embargo, un enfoque cooperativo que implique el intercambio de información y el examen conjunto de prioridades puede resultar útil, sobre todo en situaciones en las que es probable que la contaminación se haya extendido más allá de las fronteras nacionales. La Parte que sufra los efectos más graves de la contaminación puede aportar información útil para el proceso de asignación de prioridades. Además, las Partes tal vez deseen cooperar cuando hay una serie de sitios contaminados muy próximos entre sí, como puede verse en las zonas donde se han llevado a cabo actividades de minería. Es posible que las Partes deban cooperar para restringir el acceso a determinados sitios. En los casos en que se prevén actividades de rehabilitación, tal vez sea

---

posible elaborar planes conjuntos con respecto al tratamiento del material contaminado que pueden aportar beneficios de escala o posibilitar el tratamiento en centros especializados.

85. Hay una serie de redes reguladoras de la gestión de las tierras contaminadas establecidas hace tiempo. En el plano mundial, en 1993 se creó el Comité Internacional sobre Tierras Contaminadas. En la Unión Europea, los Estados Miembros y la Comisión Europea han colaborado desde 1994 en el Common Forum on Contaminated Land, poniendo en marcha dos medidas concertadas sobre la evaluación y la gestión del riesgo<sup>6</sup>. Estas iniciativas han generado documentos de orientación sobre la gestión sostenible de las tierras contaminadas que se pueden descargar libremente en <http://www.iccl.ch/> y <https://www.commonforum.eu/>.

---

<sup>6</sup> CLARINET – Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies ([http://www.commonforum.eu/references\\_clarinet.asp](http://www.commonforum.eu/references_clarinet.asp)) y CARACAS – Concerted Action for Risk Assessment for Contaminated Sites in Europe ([http://www.commonforum.eu/references\\_caracas.asp](http://www.commonforum.eu/references_caracas.asp)).

## Referencias

- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) (2016). *Guidance Manual for Environmental Site Characterization in Support of Environmental and Human Health Risk Assessment*. Available at [https://www.ccme.ca/en/resources/contaminated\\_site\\_management/assessment.html](https://www.ccme.ca/en/resources/contaminated_site_management/assessment.html).
- Common Forum (2011). *Proposal of alternative text for a framework directive on soil protection*. Available at [https://commonforum.eu/Documents/SoilDirectiveAlternative/20111212\\_text\\_proposal\\_SFD\\_CF\\_final2.pdf](https://commonforum.eu/Documents/SoilDirectiveAlternative/20111212_text_proposal_SFD_CF_final2.pdf).
- Environment Agency (2012). *How to comply with your environmental permit: additional guidance for treating waste by thermal desorption*. Available at [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/300893/geho0512bwir-e-e.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/300893/geho0512bwir-e-e.pdf).
- Feng, H., and others (2015). “In situ remediation technologies for mercury-contaminated soil.” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 22, no. 11, pp. 8124–8147. Available at [https://www.researchgate.net/publication/274729292\\_In\\_situ\\_remediation\\_technologies\\_for\\_mercury-contaminated\\_soil](https://www.researchgate.net/publication/274729292_In_situ_remediation_technologies_for_mercury-contaminated_soil).
- IPEN (2016). *Guidance on the Identification, Management and Remediation of Mercury-Contaminated Sites*. Available at <https://ipen.org/documents/guidance-identification-management-and-remediation-mercury-contaminated-sites>.
- Kocman, D., and others (2013). “Contribution of contaminated sites to the global mercury budget.” *Environmental Research*, vol. 125, pp.160–170. Available at <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.362.1877&rep=rep1&type=pdf>.
- Mediterranean Action Plan/United Nations Environment Programme (MAP/UNEP) (2015). *Guidelines on Best Environmental Practices for Environmentally Sound Management of Mercury-Contaminated Sites in the Mediterranean*. Available at <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9917>.
- Merly, C., and Hube, D. (2014). *Remediation of Mercury-Contaminated Sites*. Project No. SN-03/08. Available at <https://docplayer.net/18898131-Remediation-of-mercury-contaminated-sites.html>.
- National Environmental Justice Advisory Council (2013). *Model Guidelines for Public Participation*. Available at <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-02/documents/recommendations-model-guide-pp-2013.pdf>.
- National Environmental Protection Council (1999). *NEPM Schedule B (1) - Guideline on Investigation Levels for Soil and Groundwater*. Available at <http://www.nepc.gov.au/system/files/resources/93ae0e77-e697-e494-656f-afaaf9fb4277/files/schedule-b1-guideline-investigation-levels-soil-and-groundwater-sep10.pdf>.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2013). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport*. Geneva, UNEP Chemicals Branch. Available at <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7984>.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2015). Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with mercury or mercury compounds. UNEP/CHW.12/5/Add.8/Rev.1. Available at <http://www.basel.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP12/tabid/4248/mct/ViewDetails/EventModID/8051/EventID/542/xmid/13027/Default.aspx>.
- United States Department of Health and Human Services (US DHHS), Agency for Toxic Substances and Disease Registry. ToxFAQs™ for metallic mercury (website). Available at <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=1195&tid=24>.
- United States Environment Protection Agency (US EPA) (2007). *Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water*. Washington. Available at <https://clu-in.org/download/remed/542r07003.pdf>.
- United States Environment Protection Agency (US EPA) (2010) *Phytotechnologies for site cleanup*. EPA 542-F-10-009. Available at <https://clu-in.org/download/remed/phytotechnologies-factsheet.pdf>.
- World Health Organization (WHO) (2017). “Mercury and health” (website). Available at <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/>.
- World Health Organization. Regional Office for Europe (WHO/EURO) (2013). Contaminated Sites and Health. Available at [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/186240/e96843e.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/186240/e96843e.pdf?ua=1).

## Apéndice I

### Información técnica adicional

Las orientaciones sobre la gestión de sitios contaminados se han preparado como parte del proceso y las posibles opciones para la gestión de sitios contaminados de acuerdo con el artículo 12 del Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Existe información técnica adicional disponible sobre muchas de las cuestiones tratadas en las orientaciones, y puede ser útil para los encargados de preparar los planes de acción o de llevar a cabo las actividades de gestión.

Los enlaces de la siguiente lista de recursos figuran tal y como los han enviado los interesados, y se proporcionan a título informativo. La lista puede actualizarse sin necesidad de una decisión ulterior por la Conferencia de las Partes.

#### Canadá

El Ministerio de Salud del Canadá ha elaborado unas orientaciones sobre el medio ambiente y la salud en el lugar de trabajo, que pueden consultarse en <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/contaminated-sites/guidance-documents.html>.

La información del Ministerio de Salud del Canadá sobre los efectos del mercurio para la salud está disponible en <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/healthy-living/your-health/environment/mercury-human-health.html>.

La información técnica relativa a las directrices sobre agua potable puede consultarse en <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-mercury.html>.

## Apéndice II

### **Marco y árbol de decisiones inicial para la gestión de los sitios contaminados**

*Se desarrollará tras la segunda reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Minamata sobre el Mercurio.*

---