



Distr. general
8 de octubre de 2019

Español
Original: inglés



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

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

Ginebra, 25 a 29 de noviembre de 2019
Tema 5 h) del programa provisional*

**Cuestiones para el examen o la adopción de
medidas por la Conferencia de las Partes:
evaluación de la eficacia**

**Informe del Grupo especial de expertos técnicos para la
evaluación de la eficacia: marco propuesto para la evaluación
de la eficacia del Convenio de Minamata sobre el Mercurio**

Nota de la Secretaría

Adición

En el anexo de la presente nota se reproduce el apéndice I del informe del Grupo especial de expertos técnicos para la evaluación de la eficacia que figura en el documento UNEP/MC/COP.3/14. Cabe señalar asimismo que la información adicional que complementa el informe del Grupo especial de expertos técnicos puede consultarse en el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15.

* UNEP/MC/COP.3/1.

Anexo

Informe del Grupo especial de expertos técnicos para la evaluación de la eficacia: marco propuesto para la evaluación de la eficacia del Convenio de Minamata sobre el Mercurio

Apéndice I

Información técnica sobre la vigilancia

I. Introducción

1. En el presente apéndice se resume la labor sobre los arreglos en materia de vigilancia mundial realizada por el Grupo especial de expertos técnicos para la evaluación de la eficacia en dos reuniones, celebradas en marzo de 2018 y abril de 2019 por medio de comunicación electrónica. La sección II se inicia con la identificación de las categorías de datos de vigilancia comparables que resultan más eficaces en relación con el suministro de información sobre las tendencias mundiales, los datos de vigilancia respecto de los niveles de mercurio en el medio ambiente, los medios bióticos y las poblaciones vulnerables que podrían utilizarse para evaluar los efectos del Convenio de Minamata sobre el Mercurio con respecto a los niveles de mercurio y las tendencias, y las posibilidades y limitaciones de los datos identificados. En la sección III también se evalúa en qué medida la información examinada satisface las necesidades de evaluación de la eficacia, se señalan las principales deficiencias, se esbozan las opciones para aumentar la comparabilidad y exhaustividad de la información, y se comparan esas opciones sobre la base de su eficacia en función de los costos, la factibilidad, la viabilidad, la sostenibilidad, la cobertura mundial, y las capacidades regionales, a fin de determinar las posibilidades de futuras mejoras en materia de vigilancia. En la sección IV se definen las capacidades de elaboración de modelos para evaluar los cambios en los niveles mundiales del mercurio en los distintos medios, y en la sección V se examinan las opciones para establecer una base de referencia para la vigilancia de los datos y se determinan las fuentes de datos que podrían utilizarse con ese propósito. Sobre la base de esas consideraciones, en la sección VI se proponen arreglos para obtener datos de vigilancia con vistas a la evaluación de la eficacia.

2. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 se recoge una gran cantidad de información técnica pertinente relativa a la vigilancia, la cual complementa la propuesta que se formula en el presente apéndice, incluida una reseña de la información disponible sobre la vigilancia.

II. Identificación de la información y los datos resultantes de la vigilancia

A. ¿Cómo las actividades de vigilancia pueden contribuir al desarrollo del marco de la evaluación de la eficacia?

3. Al examinar la información y los datos resultantes de la vigilancia, el Grupo especial examinó las matrices mencionadas en la decisión MC-2/10 sobre la evaluación de la eficacia, a saber, el aire, el agua, la biota y los seres humanos. El Grupo llegó a la conclusión de que los datos sobre los niveles de mercurio y compuestos de mercurio en el aire, los seres humanos y los medios bióticos estaban disponibles o se podían obtener y serían comparables a nivel mundial. Algunos expertos opinaron que también se puede tener acceso a los datos sobre el agua a nivel mundial. La disponibilidad y comparabilidad de los datos de vigilancia para cada matriz se examinan en los párrafos que figuran a continuación.

4. Los niveles de mercurio en la atmósfera están directamente relacionados con las emisiones de las fuentes antropogénicas señaladas en el Convenio. Las actividades de vigilancia de la atmósfera contribuyen a la evaluación de la eficacia del Convenio ya que permiten conocer si los niveles de mercurio en la atmósfera están aumentando o disminuyendo debido a los cambios en las emisiones de mercurio, y permiten a los modelos definir las relaciones entre las fuentes y los receptores. Los datos de vigilancia de la atmósfera también contribuyen a desarrollar la capacidad de predicción de los modelos regionales y mundiales en cuanto a los efectos del mercurio en el medio ambiente, que también puede verse afectado por otras cuestiones relativas a la composición química de la atmósfera.

5. En lo que respecta a su contribución a la evaluación de la eficacia, la vigilancia biológica de los seres humanos tiene la ventaja de proporcionar información sobre la exposición al mercurio de todo tipo de fuentes, ya que integra los resultados de los distintos tipos de medidas para la reducción de los riesgos y aporta información sobre la distribución geográfica, permitiendo así la identificación de las zonas y grupos de población que necesitan apoyo urgente en términos de medidas de reducción de los riesgos.
6. La vigilancia de la biota, por su parte, tiene la ventaja de hacer un seguimiento de los cambios en los niveles de mercurio en el medio ambiente a niveles regional y mundial, que indican los efectos ecológicos del mercurio y la exposición a este a través de la alimentación.

B. Aire ambiente

7. Los niveles de mercurio en el aire ambiente se han medido en algunos lugares durante un período muy largo, y los datos resultantes han realizado aportes al debate sobre el carácter mundial del mercurio. Los datos de que se dispone actualmente han sido reunidos por diversos propietarios de redes nacionales y mundiales, quienes han utilizado distintos métodos de muestreo. Se reconoció que ninguno de los datos disponibles en la actualidad tiene una cobertura mundial, pero que existen métodos que podrían ser apropiados para obtener esos datos mundiales (como se indica en la Evaluación Mundial del Mercurio, 2018)¹. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 se presenta una reseña de las redes existentes.
8. Hay varias formas de medir el mercurio en la atmósfera; se han identificado y examinado aquellas que podrían resultar más adecuadas para obtener datos comparables a nivel mundial. Esos métodos miden:
- a) las concentraciones totales de mercurio gaseoso total o mercurio elemental gaseoso en el aire en lugares de observación y lugares afectados;
 - b) la deposición húmeda.
9. El mercurio gaseoso total/mercurio elemental gaseoso puede medirse utilizando técnicas de muestreo del aire activas de vigilancia continua y manuales activas y pasivas. La vigilancia permanente activa es un método que se emplea en diversos emplazamientos de redes de vigilancia regionales y mundiales existentes para determinar las concentraciones de mercurio gaseoso total/mercurio elemental gaseoso, mientras que el muestreo manual activo y pasivo se utiliza en los lugares en los que no se dispone de infraestructura de vigilancia y permite obtener concentraciones medias de mercurio gaseoso total una vez al mes como media (o menor frecuencia).
10. Por flujo de la deposición atmosférica de mercurio se entiende la combinación de las deposiciones húmeda y seca del mercurio a la superficie. La deposición húmeda se mide mediante la recogida de muestras de lluvia, y la deposición seca se infiere o se mide matemáticamente utilizando restos de árboles. Varias de las redes existentes desde hace mucho tiempo recogen muestras de deposición húmeda, pero, debido a la falta de procedimientos normalizados, no siempre se mide la deposición seca. La cantidad de mercurio total medido en muestras de deposición atmosférica se utiliza como base para calcular el flujo total de la deposición atmosférica asociada con un evento de precipitación (lluvia o nieve).
11. Los modelos validados para determinar la presencia de mercurio en la atmósfera son necesarios para evaluar la relación fuente-receptor y valorar la importancia relativa de cada fuente de emisiones antropógenas en el balance de masas de mercurio con regímenes de emisión diferentes, las condiciones meteorológicas y forzamiento del clima. La buena cobertura mundial en relación con los datos de vigilancia del mercurio en el aire ambiente y las muestras de deposición también es fundamental para la validación de los modelos atmosféricos. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 se proporcionan más detalles.

C. Exposición humana

12. Todas las personas están expuestas al mercurio en cierta medida. En muchas comunidades de todo el mundo, el consumo de pescado, crustáceos, mamíferos marinos y otros alimentos como parte de la dieta es probablemente la fuente más importante de exposición al metilmercurio. La exposición al mercurio elemental y el mercurio inorgánico ocurre sobre todo en los ámbitos ocupacionales (incluida la extracción de oro artesanal y en pequeña escala) o a través del contacto

¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2018. Evaluación Mundial del Mercurio, 2018. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27579>.

con productos que contienen mercurio. Sigue habiendo gran preocupación por los grupos vulnerables, en particular las diversas poblaciones indígenas con una elevada exposición al mercurio, a través de la dieta o el empleo.

13. La vigilancia biológica de los seres humanos con objeto de evaluar la exposición de la población general al mercurio (es decir, el nivel de fondo más que las “zonas críticas”) proporciona información sobre las tendencias mundiales. En la población en general, se recomienda la evaluación de la exposición prenatal porque el feto es el más vulnerable a la exposición al metilmercurio².

14. Hay dos marcadores biológicos fundamentales³:

a) Total de mercurio en el cabello materno (3 cm de hebra de cabello desde el cuero cabelludo para medir la exposición durante el tercer trimestre);

b) Total de mercurio en la sangre del cordón umbilical.

15. El cabello es la matriz biológica de preferencia, ya que se puede obtener fácilmente sin recurrir a métodos invasivos y no existen prescripciones específicas para el transporte o el almacenamiento.

16. La sangre del cordón umbilical puede ser una matriz alternativa al uso del cabello. La inclusión de la sangre del cordón umbilical en una encuesta ofrece varias ventajas adicionales, como la provisión de una medida más fiable de la exposición prenatal al mercurio y de la exposición de la madre al mercurio, al tiempo que se excluye la influencia de factores externos (por ejemplo, contaminación externa del cabello por mercurio, tratamiento permanente del cabello que disminuye la concentración de mercurio en el cabello), y la opción de una alternativa biológica al uso del cabello en lugares donde resulta difícil obtener muestras de cabello debido a particularidades culturales, éticas y religiosas.

17. Existen coeficientes fiables, aunque variables, que hacen posible la comparabilidad de los resultados de mediciones de mercurio en el cabello, la sangre y la sangre del cordón umbilical.

18. La evaluación del mercurio total es suficiente para caracterizar la exposición, a menos que sea necesario evaluar la exposición externa del cabello.

19. Además de la exposición de la población general, las Partes podrán llevar a cabo la vigilancia biológica en otras poblaciones vulnerables, por ejemplo las personas expuestas ocupacionalmente y los habitantes de zonas críticas. Estos datos pueden proporcionar información adicional que sería de utilidad para la evaluación de la eficacia (por ejemplo, cuando se repiten a lo largo del tiempo en las mismas poblaciones).

20. En la Evaluación Mundial del Mercurio, 2018 se identificaron los datos disponibles actualmente sobre la exposición al mercurio en programas regionales y nacionales de vigilancia biológica de los seres humanos, estudios longitudinales prospectivos respecto de los nacimientos e información multisectorial respecto de poblaciones específicas, por ejemplo, incluidos los grupos de alta exposición. La evaluación reveló lo siguiente:

a) Parte de la información disponible obtenida de los programas regionales y nacionales de vigilancia biológica de los seres humanos puede ser comparable (en función de la capacidad de desglosar los datos por sexo y edad, en el marco del programa). Esos programas están disponibles únicamente en un número muy reducido de países, principalmente en el hemisferio norte; se trata de programas costosos y, por lo tanto, no resultan viables si su único propósito es la vigilancia mundial de la exposición al mercurio.

b) Existen datos comparables de alta calidad derivados de estudios longitudinales prospectivos respecto de los nacimientos, entre otros, estudios de grupos que consumen grandes cantidades de mariscos y peces de agua dulce o mamíferos marinos. Esos están disponibles solo en un pequeño número de localidades y no son representativos a nivel mundial.

c) El proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, titulado “Develop a plan for global monitoring of human exposure to and environmental concentration of mercury” (véase UNEP/MC/COP.3/INF/19) ha generado datos comparables en un pequeño número de

² Durante el proceso de presentación de observaciones se expresaron diferentes opiniones, algunas Partes sostuvieron que debería haber flexibilidad en la vigilancia a fin de maximizar las posibilidades de una buena cobertura geográfica y abarcar poblaciones generales, que incluyan tanto a hombres como a mujeres, incluidos los fetos.

³ En relación con la nota al pie de página anterior, algunas Partes propusieron incluir el cabello, aunque no limitado al cabello materno, y la sangre, no exclusivamente limitada a la sangre del cordón umbilical.

nuevos países, utilizando para ello el protocolo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la evaluación de la exposición prenatal al mercurio⁴.

21. La vigilancia biológica del mercurio total en la orina es pertinente cuando se trata de poblaciones con una alta exposición al mercurio elemental y el mercurio inorgánico, pero no es adecuado evaluar la exposición al metilmercurio. Puede ser útil para evaluar el efecto de las medidas de control adoptadas por las Partes en relación con la exposición al mercurio en las comunidades mineras.

22. La vigilancia biológica de los seres humanos tiene una serie de ventajas en lo que respecta a documentar una evaluación de la eficacia del Convenio de Minamata, entre otras:

- a) Abordar directamente la cuestión fundamental de si se está haciendo lo suficiente para proteger la salud humana (artículo 1 del Convenio);
- b) Integrar la información sobre la exposición al mercurio procedente de diversas fuentes;
- c) Integrar los efectos del conjunto de medidas adoptadas para la reducción de los riesgos.

23. Al utilizar datos resultantes de la vigilancia biológica de los seres humanos, cabe señalar que el nivel de mercurio en los seres humanos depende de numerosos factores de confusión, tales como los hábitos de consumo de pescado (especies y cantidad), la edad, el género, el consumo de alcohol, el estado de salud y la situación económica.

D. Medios bióticos

24. Las muestras de biota pueden proporcionar información respecto de los diferentes resultados. En relación con la vigilancia de la biota, se identifican tres tipos de resultados, a saber, la exposición humana, la salud ambiental y las tendencias temporales. A niveles regional y mundial se dispone de suficientes datos sobre el mercurio en la biota que permiten evaluar la exposición ambiental y las tendencias espaciales y temporales en muchos ecosistemas y biomas de interés geográfico, aunque no en todos. Los seres humanos pueden verse expuestos al metilmercurio a través de la ingesta de peces, aves y mamíferos marinos (los peces son el principal contribuyente y las aves contribuyen en mayor o menor medida en función de las dietas, los mamíferos son un contribuyente importante en determinadas dietas).

25. Las muestras siguientes de cuatro principales grupos de marcadores biológicos (taxones) se consideran las más importantes y son las más utilizadas en la vigilancia del metilmercurio:

- a) Peces: filete de músculo, biopsia de músculo, corte de aleta, sangre;
- b) Tortugas marinas: conchas, sangre, músculo;
- c) Aves: sangre, plumas, huevos, músculos, cáscaras de huevo y membranas, hígado y riñones;
- d) Mamíferos: piel, pelaje o pelo, músculo, hígado y riñones.

26. Se recomienda emplear tejido muscular para evaluar muestras de peces y mamíferos marinos. En el caso de las aves, la sangre debe utilizarse para datos a corto plazo (es decir, a los pocos días de exposición); los músculos o huevos deben utilizarse para datos de mediano plazo (de semanas a meses de exposición) y las plumas pueden utilizarse para datos de largo plazo (de meses a años de exposición). Se considera suficiente para evaluar el mercurio total en todos los tejidos (en el supuesto de que el nivel medio de metilmercurio sea superior al 80 %) utilizando ya sea el peso húmedo o el peso seco. Las muestras deberían ser georreferenciadas, y el grado de detalle variar según el objetivo del muestreo. Se dispone de procedimientos operativos estándar (por ejemplo, mediante programas de vigilancia nacionales o regionales); sin embargo, habría que convenir en la utilización de otros protocolos más universales para métodos de obtención de muestras no abarcados por esos procedimientos. Las conversiones de un tejido a otro son por lo general una forma factible de obtener concentraciones normalizadas de mercurio en los tejidos y, por lo tanto, comparables.

27. La “Evaluación Mundial del Mercurio, 2018” utilizó los datos de la base de datos Global Biotic Mercury Synthesis (GBMS)⁵, que incluye detalles sobre cada organismo muestreado, su lugar

⁴ OMS, 2018. “Assessment of prenatal exposure to mercury: human biomonitoring survey - the first survey protocol”. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/chemical-safety/publications/2018/assessment-of-prenatal-exposure-to-mercury-human-biomonitoring-survey-2018>.

⁵ Para más información, véase http://www.briloon.org/uploads/BRI_Documents/Mercury_Center/Publications/For%20Web%20GBMS%20Booklet%202018%20.pdf.

de muestreo y sus datos ecológicos básicos. Los datos han sido compilados a partir de 1.095 referencias diferentes en representación de 119 países, 2.781 lugares únicos y 458.840 muestras de mercurio de un total de 375.677 organismos. Entre los ejemplos que figuraban en la base de datos GBMS cabe mencionar los conjuntos de datos sobre algunas zonas geográficas con amplia información temporal y espacial, incluidas zonas de lagos de agua dulce en el norte de los Estados Unidos de América, gran parte del Canadá y Escandinavia. En esas zonas se han recogido más de 500.000 muestras de concentraciones de mercurio en los peces, tomadas a lo largo de los últimos 50 años de recopilación de datos –algunos de los cuales se han normalizado a fin de facilitar la comparación. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 se pueden encontrar más detalles.

28. Para poder explicar cómo las tendencias temporales en las concentraciones de mercurio en los peces varían debido a la influencia de diferentes factores impulsores, como el cambio ambiental/climático y en las deposiciones, se deberían elaborar un conjunto de metas de información mínima. Para cada lugar, ello debería incluir un lago (río, estuario o mar, etc.) la morfología de la cuenca colectora, los patrones de deposición de la contaminación y los antecedentes de contaminación local. Respecto de cada una de las especies de biota (ejemplificadas en este documento por los peces), los datos mínimos deberían incluir la longitud, el peso, el sexo y la madurez sexual. Las muestras (por ejemplo, músculo de peces) para determinar el total de las concentraciones de mercurio pueden analizarse también respecto de los isótopos estables (al menos el nitrógeno y también potencialmente el carbono) para una mejor comprensión de los procesos de la red alimentaria. Muchos de estos parámetros no están presentes en las bases de datos actuales. Por ejemplo, la variabilidad interanual e intranual es por lo general mucho mayor que las tendencias a largo plazo, por lo que resulta difícil relacionar los cambios en las tendencias temporales con factores ambientales importantes (incluida la deposición). La variación espacial dentro de una tendencia temporal debería tenerse en cuenta a la hora de evaluar la eficacia del Convenio en los años venideros. Para poder documentar posibles cambios en las tendencias temporales, se debería reducir la variabilidad dentro del año mejorando el ajuste de datos, incluidos más datos e información sobre los lagos, y reuniendo datos sobre un mismo lago a lo largo del tiempo.

E. El agua y el suelo

29. En distintos países los niveles de mercurio y compuestos de mercurio en el agua se miden en relación con cuestiones relacionadas con la calidad del agua. Esos datos pueden ser útiles para hacer un seguimiento del mercurio resultante de actividades locales que liberan mercurio y para elaborar modelos de los movimientos del mercurio en el medio ambiente acuático, pero los datos de vigilancia obtenidos en ríos y zonas costeras no proporcionarán una indicación de las tendencias mundiales en general. Sin embargo, los niveles de mercurio en el agua de los océanos podrían compararse a nivel mundial y ayudar a comprender mejor el ciclo del mercurio a nivel mundial. Esos datos son compilados por redes existentes y los programas especiales de investigación, pero en la actualidad no son recogidos por programas específicos de vigilancia a largo plazo.

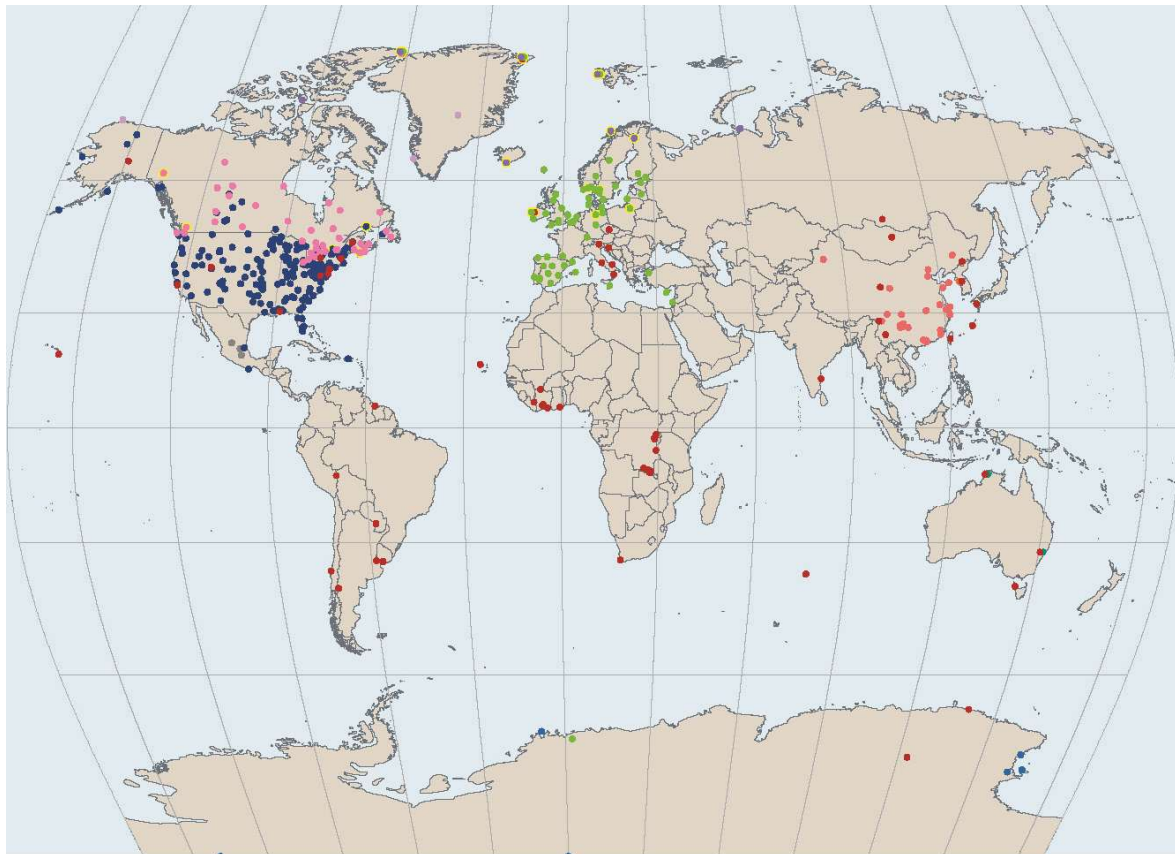
30. Las muestras de suelo pueden ser muy útiles para evaluar la contaminación de un sitio determinado, pero la comparabilidad mundial tal vez no sea viable habida cuenta de las diferencias existentes en los tipos de suelos. Los datos sobre los niveles de mercurio en los sedimentos son muy pertinentes en relación con los niveles conexos de mercurio en los medios bióticos; sin embargo, el muestreo de sedimentos no está generalizado actualmente ni es fácilmente comparable a nivel mundial.

III. Comparabilidad, deficiencias y opciones para resolver las deficiencias

A. Aire ambiente

31. En la figura que aparece a continuación se muestran las actividades actuales en materia de vigilancia realizadas respecto del mercurio gaseoso total/mercurio elemental gaseoso. En esta figura se puede observar que las deficiencias en la información relativa al mercurio gaseoso total/mercurio elemental gaseoso pueden subsanarse ampliando las redes existentes encargadas de la vigilancia del mercurio en la atmósfera. Esa expansión incluiría zonas en América del Sur, África, el Caribe, partes de Asia, la Federación de Rusia y Oceanía.

Figura
Redes de vigilancia existentes para medir las concentraciones de mercurio en el aire



International networks		National networks		
● AMAP	● MDN (Canada and United States)	● Australia	● Canada	● Antarctic
● EMEP	● Long-term air monitoring (>10-year time-series)	● China	● Japan	● Other
● GMOS		● Republic of Korea	● Mexico	

TEXTO DE LA FIGURA

International networks = Redes internacionales

AMAP = Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico

EMEP

GMOS

MDN = MDC (el Canadá y los Estados Unidos)

Vigilancia del aire a largo plazo (serie temporal de > 10 años)

National networks = Redes nacionales

Australia

China

República de Corea

Canadá

Japón

México

Antártida

Otros

Abreviaciones: POEA, Programa de Observación y Evaluación del Ártico; EMEP, Programa de Cooperación para la Vigilancia y la Evaluación del Transporte de los Contaminantes Atmosféricos a Larga Distancia en Europa; GMOS, Global Mercury Observation System; MDN, Mercury Deposition Network.

32. Se proponen los siguientes enfoques para subsanar las deficiencias:

- a) Complementar la actual vigilancia por parte de TGM/GEM con nuevas tecnologías (incluido el muestreo pasivo y activo de mercurio);
- b) Ampliar las actuales redes de vigilancia, en la medida de lo posible, para subsanar las deficiencias de datos;

- c) Emplear procedimientos normalizados utilizados actualmente para la recogida y el tratamiento de datos, en la medida de lo posible;
- d) Comparar las tecnologías de medición y tratamiento de datos a través de las redes existentes;
- e) Subsanan las deficiencias de datos geográficos utilizando métodos de muestreo manual activo o pasivo;
- f) De ser posible, complementar las mediciones activas o pasivas del aire con mediciones de la deposición activa y húmeda/seca;
- g) Tomar muestras por lo menos trimestralmente (que pueden o bien promediarse con datos obtenidos por muestreo activo o integrarse a lo largo de tres meses con muestreos pasivos) para evaluar las variaciones estacionales;
- h) Al elegir nuevos sitios de muestreo, otorgar prioridad a la tarea de subsanar las deficiencias de datos e información detectadas en la “Evaluación Mundial del Mercurio, 2018” y otras publicaciones.

33. Se recomienda que la elaboración de estrategias futuras con miras a subsanar las deficiencias geográficas en los datos de vigilancia del mercurio en la atmósfera contemplen el funcionamiento de unos 30 sitios de vigilancia, con toma de muestras manual activa o pasiva del aire en cada una de las grandes zonas geográficas, como África, América Latina y la Federación de Rusia, ubicados en lugares que hagan posible la obtención de información sobre las concentraciones de fondo de mercurio a niveles regional o local. El número de sitios sugerido es solo indicativo; un mayor número de sitios que utilicen métodos de muestreo del aire manuales activos o pasivos sin duda, permitirá mejorar la distribución geográfica y la representatividad de los regímenes regionales o locales de las emisiones, la meteorología y los patrones de deposición o transporte. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15, parte I, sección 4, figura un análisis de los costos de la vigilancia del aire, incluida la propuesta de muestreo.

B. Exposición humana

34. Se recomiendan los estudios que hacen uso del protocolo de la OMS para la evaluación de la exposición prenatal al metilmercurio para subsanar las deficiencias en materia de datos y obtener una visión global necesaria para la evaluación de la eficacia⁶. Utilizar el protocolo de la OMS permitiría la recopilación de datos comparables (por ejemplo, se recomiendan muestras de cabello de 250 personas por ubicación del estudio, con diversidad mínima). Los estudios serían impulsados por los países; se requeriría una aprobación local en materia de ética (es decir, otorgada por una junta de examen institucional), y los estudios se realizarían en el marco del sistema nacional de salud; por consiguiente, el país daría su aprobación. Cada país sería propietario de sus propios datos y la presentación de resultados tendría carácter voluntario.

35. El párrafo 1 d) del artículo 17 del Convenio solicita a las Partes que faciliten información epidemiológica relativa a los efectos para la salud asociados con la exposición al mercurio y los compuestos de mercurio, en estrecha cooperación con la Organización Mundial de la Salud y otras organizaciones pertinentes, según proceda. De conformidad con ese artículo del Convenio, se debería emprender la recopilación y el intercambio de datos sobre los niveles de mercurio obtenidos mediante la vigilancia biológica de los seres humanos.

36. Para facilitar la generación de datos de vigilancia biológica de los seres humanos representativos a nivel mundial y de información sobre las tendencias, que serán más pertinentes para la evaluación de la eficacia, el grupo de vigilancia establecido en virtud de los arreglos de vigilancia mundial para la evaluación de la eficacia debería mantenerse informado de los estudios planificados y ejecutados.

37. Las cuestiones relativas a la calidad de los datos están comprendidas en el protocolo de la OMS. Los resultados de la medición deben ser analíticamente comparables entre laboratorios/estudios. A fin de garantizar la comparabilidad, cada estudio nacional tendría que seguir los procedimientos operativos armonizados y estándares de la OMS para el muestreo y métodos de análisis, y desarrollar procedimientos de garantía y control de la calidad que abarquen la fase previa al análisis. La disponibilidad de materiales de referencia adecuados (muestras con cierto nivel de

⁶ Algunas Partes señalaron que se deberían reconocer los protocolos establecidos utilizados en otros programas de vigilancia biológica de los seres humanos.

mercurio)⁷ fortalecería el proceso interno de aseguramiento de la calidad. El aseguramiento de la calidad externa debería llevarse a cabo mediante investigaciones comparativas entre laboratorios internacionales. La coordinación de los estudios ayudaría a garantizar la adopción de medidas de control de la calidad adecuadas.

38. El protocolo de la OMS también abarca la gestión de los datos, cuestiones relativas al análisis y la evaluación, concretamente si ello se debería hacer en los planos nacional o internacional. El protocolo recomienda que los países participantes lleven a cabo análisis estadísticos a nivel nacional y remitan datos anónimos a una base de datos central para el análisis estadístico. El objetivo del análisis estadístico a nivel internacional es evaluar las asociaciones entre los valores de los marcadores biológicos e indicadores tales como la edad, el género y los hábitos de consumo de pescado (reunidos mediante cuestionario) en un conjunto de datos combinados. El protocolo de la OMS también se ocupa de cuestiones relativas a la comunicación de datos, y las evaluaciones de la salud humana del Programa de Observación y Evaluación del Ártico (POEA) abordan esas cuestiones en relación con los pueblos indígenas en la región del Ártico en particular. Las cuestiones relativas a las comunicaciones incluyen la comunicación de resultados dentro del país, a las personas que participan en el estudio y a los encargados de la formulación de políticas. Cabe señalar que algunos países ya cuentan con directrices nacionales relativas a la comunicación de los resultados.

39. El proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial titulado “Develop a Plan for Global Monitoring of Human Exposure to and Environmental Concentrations of Mercury” (UNEP/MC/COP.3/INF/19) ha demostrado que la generación de datos utilizando el protocolo de la OMS en los países en desarrollo es rentable, práctica y viable. El proyecto ha creado capacidad local para realizar los estudios pertinentes, que, a su vez, pueden repetirse a lo largo del tiempo y en distintos lugares para subsanar deficiencias.

C. Medios bióticos

40. Se ha reconocido que existe una gran cantidad de datos publicados sobre los niveles de mercurio en la biota, así como datos inéditos compilados con fines comerciales y gubernamentales. No obstante, no queda claro en qué medida los datos publicados y otros datos reflejan la información de antecedentes sobre las concentraciones de mercurio, o si los datos existentes hacen hincapié en las esferas en las que se prevé que las concentraciones de mercurio sean elevadas. Como ya se ha indicado, los grandes conjuntos de datos sobre la concentración de mercurio en la biota de la zona norte de los Estados Unidos de América, el Canadá y Escandinavia revelaron que los niveles de mercurio en los peces de agua dulce de los lagos en los que existen fuentes locales de mercurio se modificaron gracias a la reglamentación y la gestión. Se requiere una labor de evaluación más amplia en relación con los datos existentes para reunir todos los datos actualmente disponibles, representativos del mercurio en la biota a nivel mundial, a fin de evaluar qué datos son pertinentes, comparables y armonizables. Este proceso se ha iniciado con el conjunto de datos de GBMS, lo que permitirá una mejor identificación de las deficiencias en materia de datos geográficos y taxonómicos.

41. El POEA es uno de los mejores ejemplos de cómo utilizar un programa de vigilancia biológica del mercurio en el terreno a largo plazo en beneficio de la salud humana y ecológica⁸. El Programa de Vigilancia de la Contaminación de los Alimentos del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente, conocido comúnmente como SIMUVIMA/Alimentos, tiene uno de los mejores sistemas mundiales de recopilación de datos sobre la presencia de mercurio en los peces, a través de su red de centros colaboradores e instituciones nacionales reconocidas.

D. Análisis de los costos

42. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 figura un cuadro en el que se resumen los costos, la factibilidad, la viabilidad, la sostenibilidad, la comparabilidad y la cobertura de los métodos de vigilancia utilizados actualmente en relación con el aire, los seres humanos, los medios bióticos y el agua.

⁷ En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15, parte II, se puede consultar una lista de los materiales de referencia existentes.

⁸ POEA, 2011. *AMAP Assessment 2011: Mercury in the Arctic*. <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2011-mercury-in-the-arctic/90>; y POEA, 2015. *AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic*. <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2015-human-health-in-the-arctic/1346>.

IV. Capacidades de elaboración de modelos con que se cuenta para evaluar los cambios en los niveles mundiales de mercurio en los diferentes medios y entre ellos

43. En el cuadro que figura a continuación se resumen las capacidades de modelos para evaluar los cambios en los niveles mundiales del mercurio en los diferentes medios y entre ellos. Los modelos respecto de los distintos medios (el aire, el agua, la tierra y la biota) varían en cuanto a su capacidad para simular los movimientos de mercurio en esos medios y en su estado de desarrollo. Los modelos atmosféricos han sido ampliamente evaluados y pueden aplicarse para evaluar los gradientes espaciales de las concentraciones de mercurio en la atmósfera del espacio y la deposición, así como los cambios temporales, siempre y cuando se disponga de datos georeferenciados relativos a las emisiones y de gran calidad. Por el contrario, en otras aplicaciones de investigación aún se utilizan principalmente modelos con respecto a otros medios, por ejemplo, la tierra. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 se pueden encontrar más explicaciones, incluida una referencia a determinados modelos disponibles y una muestra de presentación geográfica de cálculos de modelos existentes.

44. Los marcos integrados de elaboración de modelos pueden ilustrar las vías por las cuales las liberaciones primarias de mercurio a la atmósfera, la tierra y el agua llegan a los peces y la flora y la fauna en forma de metilmercurio, así como la exposición al mercurio de algunas poblaciones humanas consumidoras de pescado. En la actualidad, se están elaborando marcos integrados de elaboración de modelos, los cuales están disponibles como producto de la investigación. Los modelos integrados no se habían aplicado ni comparado en actividades de evaluación mundiales. Algunos grupos de investigación han publicado modelos combinados atmósfera-océano y atmósfera-tierra en las publicaciones examinadas por homólogos y, con la evaluación adicional de los modelos, se debería contar con actualizaciones para iniciar los análisis de políticas pertinentes a más tardar en 2023. También existen modelos en relación con la bioacumulación del metilmercurio en la red alimentaria elaborados por determinados grupos y pueden utilizarse para definir patrones de acumulación a escala de los ecosistemas (lagos, humedales, estuarios, sitios contaminados) y en relación con las redes alimentarias marinas a nivel mundial. El eslabón más difícil de los marcos integrados de elaboración de modelos es la exposición de los seres humanos y los resultados en materia de salud, debido a la diversidad de las preferencias alimentarias, las pautas de consumo de alimentos y la variabilidad de la toxicocinética que afectan la ingesta y eliminación del metilmercurio. Todos esos componentes de los marcos integrados de elaboración de modelos están siendo desarrollados rápidamente en la comunidad científica.

Cuadro

Resumen de las capacidades existentes de elaboración de modelos respecto de los diferentes medios

<i>Disponibilidad de medios</i>	<i>Indicadores necesarios para las entradas en los modelos</i>	<i>Resultados presentados</i>	<i>Deficiencias que habría que subsanar</i>
<p>Elaboración de modelos socioeconómicos: cierta disponibilidad</p> <p>Modelos de emisiones mundiales (previsión hasta 2050)</p>	<p>Aportaciones: datos de actividad socioeconómica (producción, población, producto interno bruto), flujos de materiales y especificaciones normativas</p> <p>Evaluación: intercomparación y desempeño anterior, flujos de material antropogénico</p>	<p>Demanda mundial, hipótesis relativas a las emisiones liberaciones</p>	<p>Ajustar los factores de emisión de mercurio (regional, por emplazamiento, etc.), reunir datos sobre el contenido de mercurio de los productos básicos, estudiar la coherencia entre los sectores y las políticas no relativas al mercurio (por ejemplo, energía)</p>
<p>Aire: fácilmente asequible</p>	<p>Aportaciones: emisiones mundiales</p> <p>Evaluación: mediciones atmosféricas, datos sobre las deposiciones húmeda y seca</p>	<p>Concentración atmosférica, deposición, cambios temporales, asignación por región de origen</p>	<p>Realizar inventarios armonizados de las emisiones</p>

<i>Disponibilidad de medios</i>	<i>Indicadores necesarios para las entradas en los modelos</i>	<i>Resultados presentados</i>	<i>Deficiencias que habría que subsanar</i>
<p>Agua: producto de investigación – cierta disponibilidad</p> <p><i>Océanos mundiales:</i> modelos oceánicos mundiales (MITgcm, NEMO)</p> <p><i>Estuarios (propio del emplazamiento); Agua dulce y ríos (propio del emplazamiento)</i></p>	<p>Aportaciones: aportaciones de Hg a la atmósfera distribuidas espacialmente (húmedas + secas) – concentraciones de Hg y MeHg en ríos (a nivel mundial)</p> <p>Evaluación: medición total de las concentraciones de agua de mar, metilmercurio, y Hg⁰; Estos datos son recopilados mediante redes (GEOTRACES, CLIVAR)</p>	<p>Concentración de MeHg en agua de mar en los océanos mundiales</p> <p>Total de las concentraciones de Hg en el agua del mar en todo el mundo en relación con la superficie y las profundidades oceánicas</p> <p>Cambios temporales</p>	<p>Los datos sobre las concentraciones de Hg en especies de agua de mar son bastante escasos pero están aumentando</p> <p>Apenas existen datos sobre el Hg y el MeHg en ríos a nivel mundial</p>
<p>Suelos y tierra: producto de investigación – cierta disponibilidad</p> <p><i>Suelos del mundo:</i> modelo de mercurio terrestre mundial</p> <p>Sitios contaminados por actividades de extracción de oro artesanal y en pequeña escala/ (no se han integrado todavía en los modelos mundiales, pero sería conveniente hacerlo)</p>	<p>Aportaciones: deposición atmosférica (aportaciones al modelo)</p> <p>Liberación de emisiones a la tierra y el agua (muy preliminar y baja resolución espacial)</p> <p>Pocos datos sobre la escorrentía de sitios contaminados</p> <p>Datos sobre la cubierta terrestre mundial y aportación de contaminantes atmosféricos</p> <p>Evaluación: datos sobre el Hg en el suelo (buenos datos en relación con América del Norte y partes de Europa)</p>	<p>Concentraciones de Hg en el suelo en todo el mundo</p> <p>Hg en ríos de todo el mundo</p> <p>“Zonas críticas” más sensibles a las aportaciones de Hg insumos y que pueden afectar a la biota y las poblaciones humanas</p>	<p>Aún se puede realizar una simulación de MeHg para entornos terrestres distintas de las evaluaciones específicas del lugar</p> <p>Se precisa un análisis mundial de verificación en tierra de las “zonas críticas”; habría que compilar datos sobre las localizaciones de la extracción de oro artesanal y en pequeña escala y liberaciones o sitios contaminados</p>
<p>Biota: producto de investigación – cierta disponibilidad</p> <p>Modelo de bioacumulación en la red alimentaria para los ecosistemas marinos (se cuenta con modelos mundiales en relación con el plancton, los relativos a los peces existentes están en proceso de elaboración)</p> <p>Modelo de la red alimentaria para los ecosistemas de agua dulce (específicos de cada lugar)</p>	<p>Aportaciones: MeHg en agua de mar (modelo); Producción de biomasa a partir de la pesca resultante de la productividad primaria a nivel mundial y las interacciones tróficas (disponible en colaboración con los proyectos NOAA/GDFL y UBC Nereus)</p> <p>Evaluación: base de datos sobre el mercurio en la biota</p> <p>Nivel trófico 3 respecto de la tendencia temporal, nivel 4 respecto del análisis del gradiente espacial</p>	<p>Concentraciones de MeHg en peces consumidos por las poblaciones humanas; origen marino del MeHg</p> <p>Atribución de fuentes de Hg en peces (¿mamíferos marinos?) por región;</p> <p>Cambios debidos a las emisiones y el clima</p>	<p>Modelo relativo a los peces a nivel mundial en proceso de elaboración; podría vincular a los mamíferos marinos y las aves</p> <p>Se compilarán datos sobre el nivel trófico 4 en Asia y África</p>

<i>Disponibilidad de medios</i>	<i>Indicadores necesarios para las entradas en los modelos</i>	<i>Resultados presentados</i>	<i>Deficiencias que habría que subsanar</i>
<p>Seres humanos: exposición de los consumidores de peces marinos (a nivel mundial)</p> <p><i>Modelo toxicocinético que relaciona la ingesta de MeHg con las concentraciones en la sangre y el cabello, y resultados</i></p> <p>Consumidores de peces de agua dulce y arroz (datos específicos de los lugares, si procede) – pueden ser las poblaciones de mayor riesgo</p> <p>Exposiciones ocupacionales en los lugares de extracción de oro artesanal y en pequeña escala (específicas del lugar)</p>	<p>Aportaciones: biomasa y concentraciones de MeHg en pescado consumido por distintas poblaciones en zonas de subsidencia a nivel mundial (modelo); datos sobre la ingesta alimentaria para diferentes poblaciones humanas</p> <p>Datos derivados de la vigilancia biológica (evaluación del modelo)</p>	<p>Objetivo: atribución de contribuciones de las fuentes de Hg a las poblaciones humanas</p>	<p>Mecanismos que afectan a las relaciones entre la exposición externa al MeHg y las concentraciones en la sangre, y los resultados para los diferentes grupos de población son inciertos (investigación en curso)</p>

Abreviaciones: GFDL, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, NOAA; Hg, mercurio; MeHg, metilmercurio; MITgcm, Instituto de Tecnología de Massachusetts modelo de circulación general; NEMO, Nucleus for European Modelling of the Ocean, NOAA, United States National Oceanic and Atmospheric Administration; UBC, Universidad de Columbia Británica.

V. Establecimiento de una base de referencia para los datos de vigilancia

45. En el enfoque “Un antes y un después” en virtud del cual se realiza una comparación de los niveles de mercurio antes y después de la aplicación del Convenio, se pueden utilizar datos de vigilancia obtenidos cerca del comienzo y el final del período de evaluación. Para la primera evaluación de la eficacia, los datos de vigilancia obtenidos antes de la entrada en vigor del Convenio pueden utilizarse como base de referencia. Con respecto al aire, se dispone de datos de vigilancia históricos sobre algunas partes del hemisferio norte. En lo que se refiere a la vigilancia biológica de los seres humanos, pueden utilizarse los datos obtenidos por un número limitado de programas regionales y nacionales de vigilancia biológica y estudios longitudinales. Con respecto a los medios bióticos, se cuenta con datos históricos sobre los niveles de mercurio en los peces de agua dulce en un número limitado de zonas geográficas, y se está trabajando para analizar los datos disponibles sobre las especies de peces oceánicos.

46. En el enfoque “Con-sin”, para evaluar los cambios en los niveles de mercurio atribuibles a las medidas adoptadas para aplicar el Convenio, es necesario calcular los niveles de mercurio en una hipótesis en que todo siga igual utilizando el marco integrado de modelos descritos anteriormente.

VI. Propuestas de actividades de seguimiento para apoyar la evaluación de la eficacia

47. El examen que figura en las secciones anteriores demuestra que aun cuando respecto del mercurio se cuenta con uno de los mayores conjuntos de datos colectivos disponibles de entre los contaminantes ambientales reconocidos, las deficiencias en materia de datos se mantienen. Las Partes podrían subsanar esas deficiencias y lograr una cobertura de datos representativos a nivel mundial prestando apoyo a las actividades científicas y utilizando los materiales que ya se han elaborado.

48. En el supuesto de que las actividades de vigilancia del mercurio que se llevan a cabo actualmente continúen de manera armonizada y se complementen con medidas dirigidas a subsanar las deficiencias en materia de datos para determinadas regiones, se podría considerar que los datos sobre los niveles de mercurio y compuestos de mercurio en el aire, los seres humanos y los medios bióticos están disponibles o adquieren y serían comparables a nivel mundial.

49. A continuación se presenta una propuesta de actividades de vigilancia del mercurio, que las Partes deberán realizar, aprovechando las actividades de vigilancia en curso y los conocimientos de que se dispone, a fin de generar datos para su utilización en la preparación de un informe de vigilancia periódica del mercurio a nivel mundial.

A. Aire ambiente

50. Con respecto a la vigilancia del aire, se propone que las redes existentes prosigan sus actividades de vigilancia, utilizando técnicas de muestreo del aire métodos de vigilancia continua y activa y técnicas manuales de muestreo activo y pasivo del aire con vistas a obtener datos sobre:

- a) las concentraciones totales de mercurio gaseoso total o mercurio elemental gaseoso en el aire en lugares de observación y lugares afectados;
- b) Deposición húmeda.

51. Esa información se utilizaría para evaluar los patrones espaciales y temporales de las concentraciones de mercurio en el aire ambiente y los flujos de la deposición en los ecosistemas terrestres y acuáticos. Cabe señalar que los procedimientos operativos estándar sugieren que se debe hacer un seguimiento de los flujos de la deposición de mercurio con muestras que sean “únicamente húmedas” o “muestras globales”.

52. Para subsanar las deficiencias en materia de datos relativos a determinadas regiones, las muestras deberían recogerse mensualmente (o con menor frecuencia), a fin de poder determinar las concentraciones medias regionales de mercurio gaseoso total o su ubicación, en particular en África, América Latina y la Federación de Rusia.

B. Exposición humana

53. Para la vigilancia biológica de los seres humanos, se recomiendan los siguientes biomarcadores para medir la exposición prenatal en la población en general⁹:

- a) Total de mercurio en el cabello materno (3 cm de hebra de cabello desde el cuero cabelludo para medir la exposición durante el tercer trimestre);
- b) Total de mercurio en la sangre del cordón umbilical, para determinar la exposición reciente al metilmercurio.

54. Para evaluar la exposición prenatal, es preferible emplear cabello materno como matriz biológica. La sangre del cordón umbilical puede ser una matriz alternativa al uso del cabello. Las muestras recogidas en intervalos de aproximadamente cinco años son viables para los estudios de vigilancia biológica de los seres humanos, teniendo en cuenta el objetivo de identificar diferencias estadísticamente significativas y el tiempo que lleva realizar esos estudios (incluida la adaptación del protocolo maestro a las circunstancias locales, obtener la aprobación de los órganos locales de ética, la capacitación del personal, etc.). Las muestras humanas deberían ir acompañadas de información sobre una serie de características (por ejemplo, edad, sexo) e información social y sobre los hábitos (por ejemplo, las pautas de consumo de pescado, el nivel económico).

55. Podría ser útil coordinar la recogida de muestras con actividades de encuesta en el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, a fin de promover sinergias, incluida la cobertura por una única autoridad de ética.

56. En la Evaluación Mundial del Mercurio, 2018 se identificaron los datos disponibles actualmente sobre la exposición al mercurio en programas de vigilancia biológica de los seres humanos, estudios longitudinales prospectivos respecto de los nacimientos e información multisectorial respecto de poblaciones específicas, por ejemplo, incluidos los grupos de alta exposición. Las Partes y otros deberían proseguir esas actividades con vistas a proporcionar información a largo plazo para una ulterior evaluación de la eficacia.

⁹ En el proceso de presentación de observaciones se expresaron diferentes puntos de vista. Algunas Partes sostuvieron que debería haber flexibilidad en la vigilancia a fin de maximizar las posibilidades de una buena cobertura geográfica y abarcar poblaciones generales, que incluyan tanto a hombres como a mujeres, incluidos los fetos. En el caso de las muestras de cabello, se sugirió que estas no se limitasen al cabello materno y que las muestras de sangre se obtuviesen también de otras fuentes que no fuese solo el cordón umbilical.

C. Medios bióticos

57. Con respecto a la vigilancia de la biota, un aspecto importante de la combinación de las actividades de seguimiento para documentar la eficacia del Convenio sería reducir al mínimo los efectos de las diferencias fisiológicas específicas de las especies mediante la determinación de los tipos de especies y tejidos que deberían ser objeto de vigilancia. Debería asignarse prioridad al estudio de las especies que acumulan grandes cantidades de mercurio, suponen un riesgo potencial para la salud humana, están ampliamente distribuidas en determinadas zonas geográficas y pueden encontrarse en numerosos estudios históricos. Además, es necesario normalizar o determinar las concentraciones de mercurio en la biota por tamaño, edad y sexo, y esos datos deberían incluirse en el proceso de recopilación de datos. La selección de las especies de peces de muestreo debería basarse en el nivel trófico, siendo el nivel trófico 4 (carnívoros que comen otros carnívoros) el más apropiado para el análisis en pro de la adopción de decisiones relacionadas con las evaluaciones de la salud humana y ecológica. Los datos sobre las especies que se pescan comercialmente son útiles para evaluar la salud de la población en general. Otras especies pueden ser importantes para evaluar la salud de los pueblos indígenas.

58. A fin de tener en cuenta las diferencias importantes en las vías de exposición, se propone separar la vigilancia de la biota en dos marcos generales: continental y oceánico. En el documento UNEP/MC/COP.3/INF/15 se proporciona una gran cantidad de información técnica pertinente sobre los marcos. El marco continental para la vigilancia del mercurio en la biota tiene por objeto identificar puntos vulnerables de los ecosistemas en los que el metilmercurio se puede acumular para luego transferirse a la red alimentaria. El marco oceánico abarca las zonas de los océanos; el resultado combina matrices de la cuenca oceánica que son de interés para el consumo humano y tienen alcance mundial con vistas a definir los gradientes espaciales (tendencias) de los niveles de mercurio en los medios bióticos.
