



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

Distr.: General
4 de agosto de 2011

Original: Inglés

**Comité intergubernamental de negociación encargado de
elaborar un instrumento jurídicamente vinculante
a nivel mundial sobre el mercurio
Tercer período de sesiones**

Nairobi, 31 de octubre a 4 de noviembre de 2011

Tema 3 del programa provisional*

**Preparación de un instrumento jurídicamente vinculante
a nivel mundial sobre el mercurio**

Liberaciones de mercurio en la industria del petróleo y el gas

Nota de la secretaría

1. En su segunda reunión, celebrada en Chiba (Japón), del 24 al 28 de enero de 2011, el Comité intergubernamental de negociación encargado de preparar un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio pidió a la secretaría, entre otras cosas, que proporcionase información sobre las liberaciones de mercurio en la industria del petróleo y el gas para que el Comité la examinase durante su tercer período de sesiones.
2. En respuesta a esta solicitud, la secretaría hizo un llamamiento a los gobiernos, a las organizaciones no gubernamentales pertinentes y a los órganos industriales interesados para que presenten información de interés. En el anexo I de la presente nota, se resume la información disponible: tanto la que fuera presentada por los interesados, como la perteneciente al dominio público. En el anexo II, figuran las referencias de las fuentes de información utilizadas para la elaboración de la presente nota.
3. El mercurio está presente como contaminante en casi todos los combustibles fósiles, incluidos el petróleo y el gas. Sobre la base de la información reunida y evaluada por la secretaría para la elaboración del presente informe, los niveles de mercurio notificados en el petróleo y el gas varían considerablemente, tanto entre regiones geográficas como dentro de una misma región. En los estudios analizados, se señala que la variabilidad puede deberse a la utilización de técnicas de muestreo y análisis incongruentes, o también a diferencias entre las estructuras geológicas. Sin embargo, ello no explica todas las variaciones, dado que dentro de un mismo yacimiento de petróleo o gas los valores pueden variar de manera significativa. Si bien, en general, los niveles de mercurio promedio son relativamente bajos, algunos de los valores notificados han sido extremadamente altos. En estudios recientes, se ha llegado a la conclusión de que las emisiones de mercurio provenientes del sector del petróleo y el gas en los Estados Unidos de América corresponden al 5% de las emisiones de la combustión de carbón a nivel nacional, y que las emisiones del mismo sector en Canadá representan menos de un 4% del total de emisiones antropógenas de mercurio en dicho país. Habida cuenta de la elevada variabilidad del contenido de mercurio, puede que sea necesario instrumentar mayores controles en la industria del petróleo y el gas de algunas regiones, donde los niveles de mercurio son altos en comparación con zonas con niveles más bajos. Según los datos de que se dispone actualmente, el volumen del petróleo y el gas producido, refinado y utilizado en el mundo puede

* UNEP(DTIE)/Hg/INC.3/1.

generar una cantidad considerable de emisiones y liberaciones de mercurio, aunque mucho menor que la asociada a la combustión de carbón.

4. La producción de gas natural y de materias primas para la fabricación de productos químicos requiere de por sí la remoción del mercurio por razones operativas, entre ellas, evitar la corrosión, el envenenamiento del catalizador y la contaminación de los productos, así como por razones de seguridad y salud. Existen diversas tecnologías de control para el procesamiento del petróleo y el gas que reducen las emisiones y las liberaciones de mercurio. El Comité deberá examinar la contribución de la recuperación de mercurio de este sector a la oferta general de mercurio. Según la información disponible, algunos países exigen que los desechos que contienen mercurio se manipulen como desechos peligrosos de manera ambientalmente racional. Sin embargo, no está claro si se trata de una práctica universal. Los controles reglamentarios sobre materiales cuya descarga al medio ambiente está permitida, incluidas las restricciones gubernamentales a los niveles de contaminantes, han propiciado el tratamiento de los desechos, como el agua producida, que se obtiene a partir de la separación del agua, el gas y el petróleo, para reducir los niveles de mercurio. Se ha visto que dichos controles reglamentarios redundan en beneficios ambientales, tales como la reducción de los niveles de mercurio en los sedimentos, el agua y la vida acuática. Algunos gobiernos están creando, o han creado, programas conocidos como de “vertido cero”, y han incrementado los requisitos de presentación de informes, así como la supervisión de la industria, lo cual contribuirá a mejorar el conocimiento sobre las liberaciones de mercurio y a reducir de manera general la contaminación. No obstante, puede que control de las emisiones de mercurio permita que cantidades adicionales de mercurio recuperado ingresen a la cadena de suministro donde se tratan desechos contaminados con mercurio para su remoción.

5. Según la información disponible, parecería que si bien los niveles de mercurio en el gas natural y el petróleo no suelen ser altos, el volumen de petróleo y gas producido, refinado y utilizado puede producir emisiones y liberaciones de mercurio que representan una proporción importante del total de liberaciones de mercurio a nivel nacional. El Comité, pues, podría considerar recomendar la aplicación de controles específicos sobre las emisiones y las liberaciones de mercurio provenientes de la producción, el procesamiento, la distribución y el uso de petróleo y gas, como parte de las actividades generales encaminadas a reducir las emisiones antropógenas de mercurio. Al considerar este asunto, el Comité podría tomar nota de la disponibilidad de medidas de control adecuadas para su aplicación en el sector del petróleo y el gas. Asimismo, el hecho de que algunos gobiernos ya cuenten con requisitos de protección ambiental para las emisiones y las liberaciones de mercurio indicaría que se dispone de opciones de control factibles y eficaces para el sector. Al examinar los posibles enfoques para el tratamiento de las emisiones y las liberaciones, el Comité podría considerar una amplia gama de opciones de política. En la versión más reciente del borrador del texto de la negociación, que figura en el documento UNEP(DTIE)/Hg/INC.3/3, se ofrecen opciones de medidas de control que podrían aplicarse tanto a las emisiones como a las liberaciones en el sector del petróleo y el gas, siempre que el Comité así lo recomiende.

Anexo I

Información sobre emisiones y liberaciones de mercurio en el sector del petróleo y el gas

Antecedentes

6. De manera general, se considera que el sector del petróleo y el gas comprende actividades relacionadas con la exploración y la extracción de gas y petróleo. La refinación del petróleo puede, o bien ser una parte del sector, o bien una industria independiente pero afín. Se extrae petróleo y gas de muchos sitios en todo el mundo, tanto en tierra como en alta mar. En algunos de ellos, se produce petróleo y gas natural, mientras que en otros sólo se produce gas natural. Se estimó que la producción de petróleo en 2007 alcanzó aproximadamente los 84 millones de barriles diarios, de los cuales 34 millones son producidos por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y 50 millones por países no pertenecientes a esta organización. Por su parte, la producción de gas natural en 2008 se calculó en aproximadamente 3,100 billones de m³, siendo la Federación de Rusia y los Estados Unidos de América los mayores productores de este compuesto.

7. Además de la exploración, la extracción y la refinación de petróleo y gas natural, algunos análisis consideran que la combustión de petróleo y gas en productos finales también contribuye a las emisiones producidas por este sector. En todo caso, la combustión y el consumo de petróleo y gas pueden provocar una cantidad considerable de emisiones y liberaciones totales de mercurio. El consumo de petróleo en 2007 se estimó en unos 25 millones de barriles en América del Norte, 17 millones de barriles en los países asiáticos no miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 15 millones de barriles en los países europeos miembros de la OCDE, 8 millones de barriles en los países asiáticos miembros de la OCDE, 6 millones de barriles en Centroamérica y América del Sur, 6 millones de barriles en el Oriente Medio, 5 millones de barriles en los países europeos y euroasiáticos no miembros de la OCDE y 3 millones de barriles en África. Se ha informado que el gas natural cubre aproximadamente un 23% de las necesidades energéticas a nivel mundial.

8. Se considera que la extracción y el uso de combustibles fósiles contribuyen significativamente a las liberaciones de mercurio al medio ambiente mundial. El mercurio se encuentra muy extendido en diversas cantidades en sedimentos y rocas sedimentarias, así como en capas selladas que, en algunos casos, pueden contener combustibles fósiles; estas capas retienen el mercurio, de modo que su concentración es alta. Se piensa que el mercurio presente en el crudo es una combinación de mercurio elemental volátil, tanto disuelto como suspendido en el petróleo, y de especies no volátiles, que probablemente contengan partículas suspendidas de sulfuro mercúrico. Esto plantea dificultades para el transporte y el muestreo del petróleo. Dado que el mercurio volátil daña las tuberías y los recipientes de almacenamiento, su presencia en el petróleo puede requerir la adopción de medidas preventivas para su tratamiento, almacenamiento y manipulación. La exposición al azufre en la cadena de suministro y en el proceso de refinación puede resultar clave para comprender el comportamiento del mercurio. Por ejemplo, con la presencia de sulfuro de hidrógeno u otras especies reactivas, el mercurio puede reaccionar y producir sulfuro mercúrico. Habida cuenta de la poca volatilidad del sulfuro mercúrico y su baja solubilidad en el agua y en los hidrocarburos, se espera que se mantenga en una forma sólida menos dañina.

9. En el gas natural, el mercurio casi siempre se encuentra presente en su forma elemental, si bien es posible que también existan cantidades traza en forma de compuestos orgánicos. El mercurio en el gas natural plantea problemas similares a los que afectan al petróleo durante el transporte, el almacenamiento y la manipulación. Durante la extracción de petróleo o gas, así como en los procesos de refinación, tratamiento, almacenamiento, transporte y uso final, se pueden producir emisiones y liberaciones de mercurio, cuyas fuentes pueden ser el agua producida resultante de la separación primaria del agua, el gas y el petróleo, la combustión de gas en antorcha, y los sistemas de ventilación de los equipos.

10. Hoy en día, la comprensión del comportamiento del mercurio se ve restringida por el hecho de que los métodos y las técnicas analíticas para realizar la especiación tienen una sensibilidad limitada, lo cual dificulta la interpretación de datos históricos.

11. En la Evaluación Mundial del Mercurio, publicada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en noviembre de 2002, se observó que si bien la contribución de los combustibles fósiles a las emisiones y las liberaciones de mercurio proviene fundamentalmente de

la combustión de carbón, la combustión de otros combustibles fósiles también contribuye a ello. Según la evaluación, en unos pocos países donde se han calculado las contribuciones de la combustión de petróleo y gas, y de la combustión de carbón a las emisiones y las liberaciones de mercurio, en el primer caso éstas fueron entre un 11 y un 14% más bajas que las del segundo.

12. Se deberán reducir los niveles de mercurio en el gas natural a 10 o menos microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) antes de procesarlo y a fin de evitar daños en los intercambiadores de calor y demás equipos. Este subproducto o mercurio recuperado puede convertirse en una fuente de abastecimiento para el mercado: si bien no produce liberaciones directas en el medio ambiente, puede contribuir a producir liberaciones posteriormente si no se utiliza debidamente o si se emplea en productos que se desechan de manera inadecuada. En 1995, se recuperaron 6 toneladas¹ de mercurio provenientes de lodo o desechos de gas nacional en los Países Bajos, mientras que se recuperaron 85 toneladas provenientes de desechos importados. En la Unión Europea, cada año se recuperan entre 20 y 30 toneladas de mercurio del gas natural.

13. En el instrumental del PNUMA para la identificación y la cuantificación de las liberaciones de mercurio, elaborado para ayudar a los países a crear inventarios de liberaciones de mercurio, se reconoce que la extracción, la refinación y el uso del petróleo y el gas contribuyen a producir emisiones y liberaciones de mercurio a todos los ámbitos del medio ambiente. Se señala que la concentración de mercurio en el crudo varía de 0,010 a 30 partes por millón (ppm), y se hace referencia a ejemplos de utilización de equipos de control, sustitución de combustibles y depuración de gases de salida relacionados con la combustión de productos del petróleo. También se observa que la concentración de mercurio en el gas natural oscila entre 0 y $300\mu\text{g}/\text{m}^3$, tal como se afirma en diversos estudios.

14. En la guía del PNUMA para reducir los principales usos y liberaciones de mercurio se señala que la extracción, la refinación y el uso del petróleo pueden provocar una cantidad considerable de emisiones y liberaciones de mercurio a la atmósfera, la tierra y el agua, además de producir mercurio secundario y lodo con contenido de mercurio. Los factores clave que deben considerarse son la concentración de mercurio en el combustible y la cantidad de combustible quemado. Cuando se quema combustible, por ejemplo para la generación de energía, los sistemas de depuración de gases de salida, cuya función primordial es la de reducir las emisiones de dióxido de azufre y nitratos, también pueden utilizarse para disminuir las emisiones de mercurio, de modo similar a cómo se reducen dichas emisiones en las centrales de energía que utilizan carbón como combustible. En la guía se afirma que, al compararse los niveles de mercurio en el crudo con los niveles de mercurio en algunos productos refinados, parecería que en el proceso de refinado se producen emisiones de mercurio significativas. Asimismo, se señala que, hasta la fecha de publicación (junio de 2006), no existían medidas específicas que abordasen este tipo de emisiones.

15. Por otra parte, en la extracción, la refinación, la depuración y el uso del gas natural también se observan liberaciones de mercurio a todos los ámbitos del medio ambiente. En el caso de la extracción en alta mar, es posible que se limpie el gas natural y que luego se descargue in situ. Como consecuencia de los problemas ocasionados por la presencia de mercurio en el gas natural, la mayor parte de éste se retira antes de su venta o uso. De este modo, se puede recuperar el mercurio y comercializarlo como subproducto, o bien tratarlo como desecho peligroso. En un informe sobre el abastecimiento de mercurio a nivel mundial, elaborado para la segunda reunión del Grupo de Trabajo especial de composición abierta sobre el mercurio, celebrada en Nairobi, en 2008², se estima que, si bien el mercurio secundario obtenido de la limpieza del gas natural y de la minería de metales no férricos representa actualmente entre 410 y 580 toneladas anuales del suministro de mercurio mundial, se podrían recuperar entre 1100 y 1140 toneladas de mercurio de estos sectores, especialmente si se les exigiera reducir las emisiones atmosféricas de mercurio.

16. En un informe sobre las emisiones elaborado por el PNUMA para el 25º período de sesiones del Consejo de Administración³, se estima que las emisiones provenientes de la combustión de petróleo representan aproximadamente un 10% de las procedentes de la combustión de carbón. Se considera que la concentración de mercurio en el crudo varía según el origen del petróleo; así pues, los niveles van desde los 0,01 a 30 ppm, según una estimación publicada en 1987, y de 0,01 a 0,5, según una estimación revisada y publicada en 2005.

¹ La palabra "tonelada" se refiere a toneladas métricas.

² UNEP(DTIE)/Hg/OEWG.2/6/Add.1.

³ UNEP/GC.25/INF/26/Add.1.

I. Liberaciones y emisiones de mercurio en la industria del petróleo y el gas: distribución geográfica

17. En respuesta a la solicitud de la secretaría, varios gobiernos suministraron información sobre las emisiones y las liberaciones de mercurio en la industria del petróleo y el gas. Dicha información se encuentra disponible en el sitio web de la secretaría⁴. Asimismo, se recogieron más datos mediante búsquedas en literatura de acceso público y en informes presentados por órganos de la industria y organizaciones no gubernamentales. A continuación, se presenta, en primer lugar, información sobre algunos países en concreto, ordenados alfabéticamente, seguida de información genérica sobre las liberaciones y las emisiones de mercurio en la industria del petróleo y el gas. En el anexo II del presente informe, se incluye un listado de las fuentes consultadas para la elaboración del mismo.

Australia

18. En Australia, se estimó que las emisiones de mercurio procedentes de la refinación del petróleo, en 2006, fueron de 101 kg, al igual que las procedentes de la combustión del petróleo. Cada uno de estos sectores por separado produce un 0,7% del total anual de emisiones, mientras que la combustión de carbón en las plantas de energía produce 2271 kg anuales, es decir, un 14,8% del total de las emisiones. La principal fuente de emisiones de mercurio en Australia es la fundición de oro, que produce 7642 kg anuales, es decir, el 49,7% del total de emisiones de mercurio anuales. No se proporcionó información sobre liberaciones a otro tipo de medios.

Canadá

19. En un informe publicado en 2007, el Ministerio de Medio Ambiente del Canadá presentó un estudio completo que incluía un muestreo cuidadoso, así como análisis por duplicado practicados en numerosos laboratorios. En él se midieron las concentraciones de mercurio en 32 tipos de petróleo a fin de determinar la concentración total de mercurio presente en el crudo refinado en Canadá, incluidos el petróleo canadiense y el importado. El contenido total de mercurio medio ponderado rondó los 2,6 µg de mercurio por kg de petróleo (el equivalente a 2,6 partes por mil millones (ppb) de peso). El petróleo canadiense registró niveles más bajos, con un promedio de 1,1 µg/kg (1,1 ppb) en el petróleo del este de Canadá, y 1,6 µg/kg (1,6 ppb) en el petróleo del oeste de Canadá, en comparación con los 4,5 µg/kg (4,5 ppb) del petróleo importado. La concentración de mercurio en el crudo osciló entre 0,1 y 50 µg/kg (0,1 y 50 ppb), aunque los niveles son más bajos que los que figuran en la literatura. En el conjunto de datos analizados en este estudio, no se verificaron fuertes correlaciones entre la concentración de mercurio y el contenido de azufre o la densidad del petróleo. En 2002, el Ministerio de Medio Ambiente del Canadá estimó que el límite máximo de posibles emisiones de mercurio provenientes del procesamiento o la utilización de petróleo se situara entre 197 y 250 kg de mercurio por año, y observó que ello no incluía las liberaciones de mercurio que se produjesen en una etapa anterior del procesamiento, como en la extracción, la manipulación o el transporte.

20. Al calcular el total de liberaciones de mercurio provenientes del gas natural en Canadá, un estudio previo indicó que, en 1999, se produjeron 5,9 billones de pies cúbicos (aproximadamente 0,17 billones de m³) de gas natural. En el gas entubado, los niveles de mercurio variaron entre menos de 0,02 µg/m³ y 0,1 µg/m³. Los niveles más altos registrados en el gas de boca de pozo ascendieron a aproximadamente 2,3 µg/m³. Si se utilizara este valor como nivel estimado de mercurio en todos los tipos de gas, con una producción de 167.000 millones de m³ de gas por año, el mercurio asociado a la producción de gas natural en Canadá estaría en el orden de los 217 kg. Si se utilizara un nivel más bajo, que correspondiese más a los niveles promedio detectados, el valor sería de 13,6 kg anuales.

21. Sobre la base de estos dos estudios, se estima que las liberaciones totales de mercurio provenientes de la industria del gas y del petróleo en Canadá se sitúan entre 210 y 470 kg anuales.

Croacia

22. El Gobierno de Croacia informa que en Molve se almacenan 800 kg de mercurio recuperado de liberaciones de la industria del petróleo y el gas. Se gestiona como desecho peligroso y se exportará como tal.

Unión Europea

23. En un informe titulado “Flujos de mercurio y almacenamiento seguro del excedente de mercurio”, se señaló que es preciso extraer el mercurio del gas natural antes de procesarlo, a fin de evitar daños a equipos, como la formación de amalgamas con metales dentro de la planta, que pueden

⁴ Visitar www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC3/tabid/3469/Default.aspx y luego hacer clic en “Submissions”.

producir corrosión debido a que la estructura de la amalgama es más débil. El mercurio también puede contaminar los catalizadores y, por ende, tornarlos ineficaces, además de formar depósitos en las paredes de los tubos de acero, que puede llevar a que se clasifiquen como desechos peligrosos los propios equipos. El mercurio que se extrae del gas natural suele captarse y recuperarse como lodo con contenido de mercurio. En 2002, se recuperaron del lodo alrededor de 14 toneladas de mercurio en los Países Bajos, y 18 toneladas en 2003. La filtración también produjo aproximadamente 7 toneladas de mercurio en 2002, y 6 toneladas en 2003. Se estima que la producción de gas en la Unión Europea puede generar alrededor de 26 toneladas de mercurio por año.

Alemania

24. El Gobierno de Alemania afirma que el gas natural de los depósitos pérmicos del norte del país puede llegar a contener niveles de mercurio de hasta $4500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y que se puede liberar o retirar el mercurio en diversas etapas del proceso de producción. La mayor cantidad de mercurio se produce cuando surge mercurio metálico inmediatamente después de que la mezcla de petróleo y gas pasa por la boca del pozo de perforación, como resultado de la relajación y el enfriamiento del gas en la mezcla. El mercurio puede estar presente en diversas concentraciones en el lodo o el barro acuoso, así como en filtros de carbón activados. Actualmente, el mercurio presente en el lodo y en filtros se extrae en instalaciones de vacío. En 2009, se recogieron nueve toneladas de mercurio metálico de la producción de gas natural en el norte de Alemania.

Indonesia

25. Algunos yacimientos de gas de Indonesia contienen mercurio, y las operaciones en dichos yacimientos pueden generar desechos con contenido de mercurio. Indonesia no dispone de instalaciones para la recuperación de mercurio; por ende, los productores se encargan de la gestión de sus propios desechos. Se estima que un yacimiento de gas genera aproximadamente 680 kg de mercurio elemental por año, y que hasta 36 kg provienen de catalizadores usados, 0,12 kg del carbón activado y 0,05 kg del lodo. El mercurio elemental recuperado se utiliza en laboratorios para la investigación o se trata como desecho, mientras que los catalizadores usados se envían a otros países para su tratamiento. Los desechos que contienen mercurio se almacenan en instalaciones con permisos especiales que aplican directrices técnicas específicas y que están sujetas a un programa de inspección del cumplimiento y la vigilancia.

Noruega

26. En las operaciones de extracción de petróleo y gas en alta mar, la cantidad total de mercurio que se libera al mar es ligeramente inferior a 20 kg al año, mientras que las emisiones a la atmósfera han aumentado de 15 kg en 2003 a algo menos de 20 kg en 2009. Las dos fuentes principales de liberaciones al agua son las operaciones de perforación y el agua producida, que se obtiene a partir de la separación primaria del agua, el gas y el petróleo. En los yacimientos de petróleo más antiguos, las reservas de petróleo tienen un contenido de agua relativamente alto, lo cual incrementa el volumen de agua producida. Sin embargo, la concentración de mercurio es muy baja: en la última década, el total de mercurio proveniente de esta fuente rondó los 8 kg anuales; de todos modos, se realizan pruebas dos veces al año para verificar los niveles de mercurio en el agua producida. Actualmente, las liberaciones provocadas por operaciones de perforación son de menos de 10 kg por año, mientras que antes las liberaciones eran más altas a consecuencia de la utilización de baritina con un alto contenido de mercurio en el fluido de perforación. Al reemplazar esta sustancia por ilmenita y baritina, con menores niveles de mercurio, las liberaciones de metales pesados descendieron. Las emisiones a la atmósfera se producen a partir de la combustión de gas en antorcha, el uso de gas natural en turbinas y las emisiones de los motores diésel. En las operaciones en alta mar, sólo se permite la combustión en antorcha por razones de seguridad. Las emisiones de gas natural y gasóleo en alta mar se determinan mediante el uso de factores de emisión.

27. También existen varias instalaciones en tierra en el sector del petróleo y el gas en Noruega. Durante el procesamiento del gas, se extrae el mercurio por filtración, a fin de ajustarse a las especificaciones del producto. Los filtros con contenido de mercurio se reemplazan según sea necesario, y los filtros usados se manipulan como desechos peligrosos de manera ambientalmente racional. El total de las emisiones de mercurio provenientes de terminales de gas oscila entre 1 y 1,5 kg anuales. Dado que en las refinerías de petróleo las emisiones de mercurio son demasiado bajas para medirlas, éstas se calculan utilizando factores de emisión. Las liberaciones se aproximan a cero, puesto que las refinerías controlan el contenido de mercurio del petróleo que reciben, y evalúan las nuevas fuentes de petróleo antes de utilizarlas. Así pues, pueden alegar la presencia de un alto contenido de mercurio para justificar la no utilización del petróleo.

República de Corea

28. En un estudio sobre los niveles de mercurio en la República de Corea, publicado en 2007, se investigó la cantidad de mercurio en el combustible. Los niveles en el combustible de automoción se situaron en aproximadamente 0,571 $\mu\text{g/L}$ para la gasolina, 0,185 $\mu\text{g/L}$ para el gasóleo y 1,23 $\mu\text{g/L}$ para el gas licuado del petróleo. Las emisiones para cada tipo de vehículo oscilaron entre 0,07 y 2,5 $\mu\text{g/hora}$ para los vehículos a gasolina, 0,1 a 1,9 $\mu\text{g/hora}$ para los vehículos con motor diésel, y 0,7 y 6,1 $\mu\text{g/hora}$ para los vehículos que utilizan gas licuado del petróleo. En el estudio se informa de un análisis para determinar la concentración de mercurio en la sangre en humanos, agrupados por lugar de residencia, pero no se proporcionan más datos sobre las personas. Los niveles rondaron los 4,55 $\mu\text{g/L}$ en personas que vivían a menos de 50 metros de una zona con mucho tráfico, mientras que en personas que vivían a más de 300 metros de estas zonas, los niveles se situaron en 3,84 $\mu\text{g/L}$. Se observó que los coches no disponen en la actualidad de ningún dispositivo que permita reducir las emisiones de mercurio; éstas, a su vez, plantean problemas a nivel local puesto que se emiten a nivel del suelo donde hay riesgos de una exposición directa. No se realizaron estimaciones del total de emisiones de mercurio provenientes del uso del combustible en la República de Corea.

Federación de Rusia

29. Según información preparada por el Servicio Federal Ruso de Supervisión Medioambiental, Tecnológica y Atómica y la Agencia Danesa de Protección Ambiental para su presentación en el Consejo del Ártico, las concentraciones de mercurio en el crudo en la Federación de Rusia oscilan entre 8 y 360 $\mu\text{g/kg}$. En la región se pueden observar niveles comparables, especialmente en Ucrania, donde los niveles más altos alcanzan los 1150 $\mu\text{g/kg}$. Se estimó que la concentración media de mercurio en el crudo, en todos los países de esta región geográfica, ascendía a 300 $\mu\text{g/kg}$; no obstante, este valor podría representar el peor de los casos, ya que probablemente se base en crudo con un alto contenido de mercurio. A fin de obtener una estimación más exacta, en el informe se propuso analizar muestras de petróleo de los principales yacimientos de Rusia.

30. Con respecto a los yacimientos de gas, los niveles oscilan entre menos de 0,1 y 70 $\mu\text{g/m}^3$, y para los condensados, entre menos de 65 y hasta 623 $\mu\text{g/kg}$.

31. Al estimarse el total de mercurio movilizado por la extracción de petróleo, se utilizó un nivel de concentración promedio de 180 $\mu\text{g/kg}$ en la Federación de Rusia, junto con una estimación del total de la producción anual de 336 millones de toneladas de petróleo, que supone una estimación de 61 toneladas de mercurio anuales. Si bien es probable que se retire gran parte de este mercurio durante la primera etapa de separación, se desconoce la cantidad extraída, así como su destino final. En cuanto al mercurio que permanece en el petróleo durante el proceso de refinación, se estima que ronda las 32 toneladas. Se calcula que los combustibles producidos contienen aproximadamente 3,4 toneladas de mercurio. En comparación, la cantidad total de mercurio liberado a la atmósfera a partir de la combustión de carbón en 2002 se estimó en aproximadamente 14,3 toneladas.

32. En el gas natural, el condensado de gas contiene alrededor de 1,4 $\mu\text{g/m}^3$, el líquido de condensado de gas 270 $\mu\text{g/kg}$, y el condensado de gas inestable 470 $\mu\text{g/kg}$. El gas para el consumo contiene niveles muy bajos de mercurio que se ubican en unos 0,05 $\mu\text{g/m}^3$. Se calcula que la cantidad de gas y condensado de gas producido anualmente puede contener entre 2 y 10 toneladas de mercurio. En las tuberías de gas, el mercurio tiende a condensarse en las paredes, formando una amalgama con el material de la tubería; por esta razón, los niveles de mercurio al final del recorrido de las tuberías son muy bajos. El mercurio puede permanecer en las tuberías o puede liberarse al medio ambiente si éstas se abren o se dañan. La combustión de gas en antorcha puede emitir 65 kg de mercurio anualmente, mientras que el uso de gas natural produce muy pocas emisiones de mercurio.

Sudáfrica

33. El Gobierno de Sudáfrica estima que las refinerías de petróleo procesan aproximadamente 18,1 millones de toneladas de crudo por año y emiten alrededor de 160 kg de mercurio. En comparación, el total de emisiones de mercurio de todas las industrias es de 20 toneladas, y se estima que las centrales de energía a base de quema de carbón liberan unas 9,75 toneladas de dicha cantidad. Debido al incremento en el consumo de petróleo, se considera que las emisiones de mercurio provenientes del crudo podrían aumentar en el futuro.

Tailandia

34. En un estudio sobre el destino del mercurio en una planta de procesamiento de gas en Tailandia, se observaron niveles de mercurio en el gas natural de 10 a 25 $\mu\text{g/m}^3$, además de estar presente en el condensado de gas, el agua producida y el lodo. Durante el procesamiento, aproximadamente un 65% del mercurio se dispersa en el lodo, y parte de ello se recupera en forma de mercurio elemental. Un 28% de mercurio se encuentra en el condensado (concentraciones de 500 a 800 ppb), un 4% en el agua producida (30 a 800 ppb), y un 3% en el gas natural tratado. En esta

planta, situada en alta mar, se trataban el lodo y el agua producida y luego se eliminaban mediante una inyección en profundidad a los pozos.

35. Se han realizado pruebas en Tailandia para determinar la cantidad de mercurio en el medio ambiente, y para ello se ha analizado el agua marina, el agua dulce y los sedimentos, además de las especies acuáticas. La extracción, la producción y el procesamiento de petróleo y gas no eran las únicas fuentes de mercurio en el medio ambiente, puesto que muchas industrias también producen liberaciones. Si bien no se proporcionó información específica sobre las industrias, el análisis es un mecanismo útil para investigar los niveles generales de mercurio en el medio ambiente.

36. En pruebas practicadas a 100, 500 y 2500 metros de la costa, se encontraron niveles similares en 2001 (hasta 90 ng/L), en 2002 (hasta 80 ng/L) y en 2003 (hasta 88 ng/L). Todos cumplieron con la norma ambiental de 100 ng/L. En el agua dulce, los niveles variaron entre 0,05 y 1,5 µg/L, por debajo del límite establecido de 2 µg/L. En las pruebas de sedimentos realizadas en 1998, se observaron niveles de entre 0,005 y 2,135 mg/kg en peso seco, mientras que en 1999 los niveles oscilaron entre 0,003 y 0,827 mg/kg en peso seco. En 1998, una pequeña parte de las muestras analizadas contenía mercurio en niveles superiores al límite establecido de 1 mg/kg utilizado en Australia y en Nueva Zelandia. En 2001, los niveles de los sedimentos analizados oscilaron entre menos de 0,10 y 0,35 mg/kg en peso seco, con un promedio de 0,23 mg/kg en peso seco, mientras que en 2002 los valores oscilaron entre 0,21 y 4,96 mg/kg en peso seco, a lo largo del litoral este. En otras zonas, los niveles fueron menores, y en todos los sedimentos analizados los niveles de mercurio fueron menores a los establecidos en las directrices de calidad de varios países.

37. El nivel de mercurio en los peces varió entre menos de 0,003 hasta 0,063 mg/kg en peso húmedo, por debajo del límite de 0,5 mg/kg en peso húmedo establecido por el Ministerio de Salud Pública de Tailandia. En las muestras analizadas de camarones y moluscos, también se observaron niveles inferiores a los límites establecidos. En pruebas en alta mar realizadas en 1995, se encontraron niveles que excedían el límite. Sin embargo, ya en 1996 y 1998 los niveles habían descendido por debajo del límite. En muestras de tejido tomadas en alta mar en 1998 se encontraron niveles de mercurio de entre 0,023 y 1,57 mg/kg en peso húmedo, y dos de las muestras excedieron la norma. Sobre la base de estos resultados, se concluyó que había algún tipo de riesgo para la salud humana. En 2001, se observaron niveles más bajos en el tejido de peces, y la máxima concentración detectada alcanzó los 0,51 mg/kg en peso húmedo.

38. Tailandia se ha fijado objetivos firmes con respecto a la gestión de los desechos, por ejemplo la adopción de un programa de “vertido cero”, además de los sistemas de tratamiento de desechos que utilizan los operadores de petróleo y gas. Se ha puesto en marcha un programa de vigilancia extensiva para medir la eficacia de las tecnologías de remoción. Se reconoce que se necesita más información sobre los patrones de consumo de pescado, a fin de determinar con más exactitud los niveles aceptables de mercurio en el tejido de los peces.

39. En 1990, 1993 y 1996, se llevaron a cabo pruebas para determinar si la zona circundante a una plataforma petrolífera estaba contaminada, pero no se encontraron signos de contaminación significativos. Si bien los niveles de mercurio del agua de mar eran comparables con los niveles de referencia, en los sedimentos se registró un aumento de concentración localizado alrededor de la plataforma, que sólo alcanzó los niveles de referencia a 500 metros de distancia. Aunque se observó un leve incremento de los niveles de mercurio en los peces cerca de las plataformas, éstos fueron inferiores al límite establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura de 0,5 µg/g en peso húmedo. Como estrategia de gestión de los desechos, el lodo contaminado con mercurio se volvió a inyectar en los yacimientos agotados, y el agua producida se trató a fin de retirar el mercurio, y demás contaminantes, antes de descargarla. Si bien el agua producida también puede volver a inyectarse en los pozos junto con el lodo, antes de aplicar esta técnica de manera más generalizada conviene disipar las preocupaciones sobre la posible contaminación cruzada o las fugas hacia la superficie.

Estados Unidos de América

40. En un informe publicado en septiembre de 2001, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos evaluó las liberaciones de mercurio (a la atmósfera, en los desechos sólidos y en las aguas residuales) provenientes de la producción, el procesamiento y la combustión de petróleo y gas natural. En el informe se señala que las estimaciones resultantes de la evaluación ofrecen una idea general, y preliminar, de las cantidades en cuestión. Éstas se basan en estimaciones bien fundamentadas de la concentración de mercurio, así como en los datos más recientes sobre caudales de material o actividades. Se observó que el total de las concentraciones de mercurio en el crudo no puede tratarse de manera estadística, en parte debido a las incertidumbres en los datos

analíticos, y también porque no se documentó adecuadamente el origen de muchos de los datos incluidos en la literatura.

41. En el informe se especifican las etapas del procesamiento en donde se pueden producir liberaciones de mercurio. Los principales desechos sólidos se producen durante la perforación, aunque algunos se generan también durante la producción y el mantenimiento. Los desechos sólidos resultantes del procesamiento del petróleo y el gas pueden colocarse en un foso de almacenamiento, donde pueden solidificarse antes de ser eliminados. Tras su almacenamiento en un foso, algunos sólidos pueden romperse en partes y esparcirse por la tierra. En consecuencia, se requiere una vigilancia periódica de los componentes de la tierra, y una vez que se haya alcanzado un determinado nivel de contaminación, no se podrán colocar más desechos. Algunas instalaciones comerciales aceptan los desechos sólidos del procesamiento del petróleo y el gas. Cada vez más, los desechos de la perforación se reutilizan o reciclan, mediante un tratamiento para retirar las impurezas antes de utilizarse nuevamente para perforar otros pozos. Los desechos de la perforación también se utilizan como relleno de terrenos, asfalto para la construcción de carreteras, así como para la estabilización de diques, y la obstrucción y el abandono de otros pozos petrolíferos.

42. Durante la extracción, se separa el líquido, el gas natural y el agua de los hidrocarburos. El mercurio puede estar presente en la boca del pozo en forma disuelta o suspendida, y su entrada en las distintas fases depende de factores físicos, químicos y cinéticos. El mercurio iónico debería entrar en la fase del agua, mientras que en su forma elemental y orgánica debería dispersarse en la fracción de los hidrocarburos líquidos. La distribución del mercurio que ingresa en una fase de suspensión dependerá del tamaño de las partículas y de si el material en suspensión es hidrosoluble o liposoluble. El mercurio adherido a grandes partículas puede retirarse durante la fase de separación del agua, o retenerse como lodo, para extraerse posteriormente mediante un proceso de limpieza. Los hidrocarburos líquidos retienen el mercurio coloidal durante la separación. Es complicado dispersar el mercurio en la fase de separación del gas, puesto que su tiempo de permanencia en el separador es demasiado breve como para permitir un verdadero equilibrio.

43. Generalmente, no se producen pérdidas de mercurio a partir de fluidos, como el petróleo, durante el transporte. En la producción de gas, pueden producirse reacciones en las tuberías de acero, especialmente con el gas húmedo, provocando una corrosión y la formación de una capa con un alto contenido de mercurio en la superficie de la tubería.

44. Durante la refinación, diversas etapas pueden contribuir a la remoción del mercurio del petróleo o el gas. En la fase de desalinización, se lava el petróleo con agua a fin de extraer las sales solubles; en este proceso, es posible retirar el mercurio suspendido e iónico. En el proceso de destilación, los niveles de mercurio disminuyen en las fracciones de crudo que se encuentran a temperaturas más altas. El sulfuro mercúrico suspendido no está presente en el crudo filtrado. Cuando este último no se filtra, no suele registrarse presencia de sulfuro mercúrico, puesto que, en la destilación primaria, las partículas suspendidas tienden a permanecer en la fracción del fondo, mientras que, en la destilación de vacío, se acoplan al petróleo pesado y al coque. El contenido medio de mercurio en el coque de petróleo ronda las 50 ppb, y se presenta generalmente como sulfuro mercúrico o seleniuro de mercurio. Las aguas residuales del proceso de refinación suelen tener un bajo contenido de mercurio de aproximadamente 1 ppb.

45. En el procesamiento del gas, los contaminantes se extraen mediante la separación criogénica o la licuefacción. En el primer caso, se puede producir una condensación del mercurio. Es esencial extraer el mercurio del gas para garantizar la seguridad de las operaciones, dado que la presencia de mercurio líquido condensado en el gas puede dañar los intercambiadores de calor de aluminio.

46. Las principales vías de posible contaminación ambiental por mercurio en los sectores de la producción y el procesamiento del petróleo y el gas son las liberaciones a las aguas residuales, las corrientes de desechos sólidos o las emisiones a la atmósfera. El agua producida puede descargarse al medio ambiente o volver a inyectarse. Las aguas residuales de la producción y el procesamiento de petróleo y gas en los Estados Unidos se regulan mediante programas de licencias a fin de proteger el agua subterránea y superficial.

47. En 2004, se estimó que la cantidad de mercurio liberado al Golfo de México como consecuencia de la exploración y la perforación en alta mar fue de 0,8 toneladas anuales. El cálculo se basó en la máxima concentración de mercurio de 1 ppm en la baritina utilizada en el fluido de perforación, además de los datos sobre baritina descargada por pie de pozo perforado. En el informe de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de 2001, se realizaron estimaciones amplias sobre la presencia de mercurio en las aguas residuales de los procesos de producción y refinación de petróleo y gas en los Estados Unidos, a partir de una estimación de la concentración proveniente de una recopilación de información publicada sobre los niveles de mercurio en las aguas residuales y su

aplicación a las tasas de producción estimadas para los años anteriores y siguientes a 1999. Con una estimación de aproximadamente 1 ppb de mercurio por cada 0,5 billones de litros de agua, alrededor de 250 kg de mercurio ingresarían al medio acuático anualmente debido a la producción de petróleo y gas en este país. El contenido de mercurio en las aguas residuales del proceso de refinación es más difícil de calcular. Sin embargo, si se utiliza una estimación de menos de 1 ppb de mercurio, en una producción de aproximadamente 1500 millones de barriles al año, se obtiene una cifra que ronda los 250 kg de mercurio anuales.

48. El mercurio puede emitirse a la atmósfera por la combustión final del combustible, las emisiones fugitivas y la combustión de gas en antorcha. Esta última ocurre cuando se coproduce gas con petróleo, y cuando la combustión del gas es una opción más económica que recogerlo y transportarlo. En el informe de 2001 de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente, se estimó que la combustión de gas en antorcha de las bocas de pozo en los Estados Unidos provoca liberaciones de mercurio de aproximadamente 7 kg anuales. Ello no incluye el mercurio en las antorchas de combustión de las refinerías. Se calcula que los gases fugitivos emitidos en las bocas de pozos contribuyen con unos 10 kg al total de emisiones de mercurio anuales.

49. Durante la producción, el transporte y el procesamiento del petróleo, las emisiones de mercurio no suelen superar los 185 kg, siempre que la concentración promedio en el petróleo sea de 10 ppb. Si bien se reconoce que el mercurio está presente en las corrientes de desechos sólidos generadas durante la refinación, es difícil calcular su cantidad.

50. En una revisión de estudios incluida en el informe de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de 2001, se observó una gran variabilidad en los niveles de mercurio en el crudo. En otro estudio que analizó el crudo procesado en 170 fuentes en los Estados Unidos en 2004, se observó una concentración media de mercurio de 7,3 µg/kg, y una variación desde niveles inferiores al límite de detección (0,5 µg/kg) hasta 600 µg/kg. Se estimó que el total de mercurio presente en el petróleo que se procesa actualmente en este país fue menos del 5% del mercurio presente en el carbón durante el mismo período de tiempo. En muestras de petróleo importado, el que provenía de Asia mostró el nivel promedio más elevado: 220 µg/kg. Los niveles promedio de mercurio más bajos, de 0,8 µg/kg, se encontraron en el petróleo importado del Oriente Medio, mientras que los niveles promedio de mercurio en el petróleo importado de otras regiones (África, Europa, América del Sur y América del Norte) oscilaron entre 1,3 y 8,7 µg/kg.

51. En un estudio de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de 2002, se señaló que los niveles de mercurio variaban en los productos refinados; así pues, los destilados ligeros y los fueloil mostraron niveles cercanos a 0,001 ppm, la gasolina y el gasóleo menores a 0,005 ppm y el coque del petróleo de alrededor de 0,050 ppm. En un modelo de balance de masa aplicado a la producción de petróleo en los Estados Unidos, se señaló que si el nivel de mercurio alcanzaba aproximadamente 0,010 ppm, habría unos 8500 kg en el total de crudo y alrededor de 7000 kg en los productos de refinería. Contando con que cerca de un 15% de los productos refinados (como el asfalto y el aceite lubricante) no se destinaban a la combustión, alrededor de 6000 kg de mercurio se emitirían por la combustión de productos refinados en 1999. La concentración de mercurio en el gas natural para la distribución tiende a ser más baja, y los valores medidos fueron inferiores a dos límites de detección: 0,02 µg/m³ y 0,2 µg/m³. El uso de estos dos valores límite seguramente llevaría a niveles de emisión de mercurio de entre 10 y 100 kg, sobre la base de la combustión de gas natural en 1999. Es probable que la combustión del fueloil libere aproximadamente 11 toneladas de mercurio por año; así pues, el mercurio en la gasolina representa alrededor de 0,46 toneladas, en el petróleo destilado unas 0,21 toneladas, en el petróleo residual unas 0,16 toneladas, y en el combustible para aviones de reacción o queroseno unas 0,10 toneladas. No queda claro qué porcentaje de este mercurio puede capturarse en la combustión de gas en antorcha.

52. En un estudio posterior sobre los usos y las liberaciones de mercurio en los Estados Unidos, se estimó que, en 1996, se utilizaban aproximadamente 7000 millones de galones de petróleo residual y 6100 millones de galones de petróleo destilado, dividido entre el uso para los servicios públicos, la industria y los hogares. Se calculó que el contenido de mercurio en el petróleo era de 0,004 ppm en el petróleo residual y de 0,001 ppm en el petróleo destilado. Asimismo, las liberaciones de mercurio a la atmósfera tras la combustión se estimaron en aproximadamente 0,4 toneladas por año para los servicios públicos, entre 5 y 7,7 toneladas por año para la industria, y entre 2,8 y 3,2 toneladas por año para el uso residencial. Se observaron más liberaciones a residuos sólidos en el sector de los servicios públicos, donde es más común realizar controles de la contaminación del aire. Se calculó que en el sector de los servicios públicos se liberaron menos de 0,55 toneladas por año, y en la industria menos de 0,13 toneladas por año, mientras que en el uso residencial las liberaciones fueron insignificantes. Existen escasos datos disponibles sobre la emisión y la liberación de mercurio en la refinación del petróleo en los Estados Unidos.

53. El inventario nacional de emisiones de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente es la principal fuente de información sobre emisiones a la atmósfera en los Estados Unidos, e incluye información proporcionada por las agencias de medio ambiente del gobierno estatal, tribal y local. La Agencia para la Protección del Medio Ambiente complementa estos datos con información recogida durante la elaboración y la aplicación de sus reglamentos, así como con datos provenientes del inventario de liberaciones tóxicas y de otros organismos federales. El inventario nacional de emisiones se mantiene en continuo examen, a fin de mejorar la calidad de la información allí contenida. Las estimaciones más recientes a nivel nacional de las emisiones de mercurio a la atmósfera son de 2005, y se utilizaron para preparar la evaluación nacional de sustancias tóxicas en el aire. Entre las estimaciones de las emisiones de mercurio incluidas en el inventario, figuran menos de 0,1 toneladas anuales provenientes del uso del petróleo como combustible para la generación de unidades de energía eléctrica, y alrededor de 2 toneladas por año provenientes del uso del petróleo como combustible para calderas y calentadores de procesos en industrias, comercios e instituciones. Durante los próximos meses, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente recopilará nuevos datos del sector sobre emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de la industria de refinación del petróleo, incluido el mercurio.

Otros datos sobre niveles de mercurio en el petróleo y el gas

54. En 1995, se registraron en el Mar del Norte niveles de mercurio en el gas de entre 50 y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la línea mediana entre Alemania y los Países Bajos, mientras que en los yacimientos del centro de dicho mar, pertenecientes al Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, se encontraron niveles mucho menores: de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en el petróleo, y de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el gas. En las muestras de petróleo, condensados y agua extraídas de los yacimientos de las aguas de la región norte del Mar del Norte y del Mar de Irlanda, pertenecientes al Reino Unido, los niveles fueron también inferiores a 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en el petróleo y 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el gas. A pesar de los niveles elevados registrados en la región sur del Mar del Norte, los niveles de mercurio en el agua circundante a las instalaciones de producción se situaron en niveles oceánicos normales, de 0,005 $\mu\text{g}/\text{litro}$ de agua.

55. En una planta de procesamiento de gas natural de Asia Oriental, donde el contenido de mercurio en el gas bruto se ubicó en 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se estimó que se extraen alrededor de 220 kg de mercurio cada año, tomando como base los valores de la producción. Mediante la remoción de gas ácido y la recuperación de azufre se retiran 22 kg por año. En procesos de secado, se pueden retirar otros 3 kg por año, mientras que en los condensados se retiran 45 kg por año. En el gas que se comercializa, puede haber hasta 150 kg por año.

56. En un informe, se señalaron valores elevados de mercurio en gas de 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el norte de Alemania, mientras que los niveles en África y los Estados Unidos fueron mucho menores. En el mismo informe, si bien algunas muestras de crudo presentaron valores extremadamente altos (30 ppm), la mayoría de ellas mostraron valores de menos de 0,010 ppm. En los productos refinados, los niveles fueron inferiores a 10 ppb en el gas licuado del petróleo; entre 0,22 y 3,2 ppb en la gasolina; entre 0,4 y 3 ppb en el gasóleo; entre 3 y 60 ppb en la nafta; y hasta 250 ppb en el coque de petróleo. Esto muestra que los niveles de mercurio en el petróleo y el gas son bajos.

57. En otro estudio se sugirió que los niveles de mercurio en los yacimientos de hidrocarburos aumentan debido a que se ha incrementado el uso de yacimientos más profundos y calientes, y que el gas se procesa a temperaturas más bajas. Se reconoció que los niveles de mercurio son un problema, y se hizo mayor hincapié en la salud, la seguridad y las cuestiones ambientales. Se observó que el mercurio se encuentra en diversos medios geológicos, en particular en aquellos donde existe una mineralización a baja temperatura dentro de un rango de un kilómetro de la superficie. Concretamente, en las rocas de origen volcánico, metamórfico e hidrotermal o exhaustivo es donde hay más probabilidades de que haya una mayor concentración de mercurio. Al contar con más conocimientos sobre las estructuras geológicas normalmente asociadas a niveles de mercurio elevados, hoy en día es posible predecir dichos niveles con mayor exactitud que antes, gracias a un mayor acceso a formaciones volcánicas, al contenido de dióxido de carbono de los yacimientos, a tendencias regionales, y a otras consideraciones. Esto puede ayudar a planificar la aplicación de pruebas en los pozos, así como controles necesarios durante el procesamiento.

II. Medidas para abordar la cuestión del mercurio en el sector del petróleo y el gas, incluidas las tecnologías de control y los controles nacionales y regionales

58. Se han llevado a cabo procesos de remoción de mercurio que han resultado eficaces tanto para los gases húmedos como para los secos, y han mostrado un bajo nivel de riesgo de condensación

capilar (o de sobrecarga del material adsorbente con líquido condensado). Es preferible retirar el mercurio en las proximidades del punto de extracción, como en el caso del gas de alimentación, a fin de reducir al mínimo las liberaciones accidentales. En estos casos, sin embargo, el crudo debe estar relativamente limpio, porque existe el riesgo de contaminar el equipo de remoción con materia sólida. Como los adsorbentes de lecho fijo son sistemas autónomos, no se requiere que los operarios de la planta presten exhaustiva atención al proceso. Si se reciclan los adsorbentes usados, se pueden evitar liberaciones de mercurio al medio ambiente. Es más frecuente observar sistemas especializados de remoción de mercurio en las instalaciones de procesamiento de gas, así como en las de producción de materias primas para productos químicos, puesto que existen menos incentivos para emplearlos en instalaciones de producción de combustible. Entre los sistemas disponibles, se encuentran los lechos de sorbente para la remoción de mercurio, que realizan un revestimiento del sustrato con compuestos reactivos y retienen el compuesto de mercurio estable en el lecho de sorbente. Para el tratamiento del gas, puede convenir el uso de azufre, pero para el gas húmedo o los líquidos, puede ser necesario contar con sistemas de sulfuro de metal. Para tratar líquidos que contienen mercurio, el carbón impregnado de yodo, el sulfuro de metal en el carbón o la alúmina, la plata o la hidrogenación, y el sulfuro de metal pueden resultar tratamientos eficaces, incluso para la remoción de mercurio orgánico.

59. También es posible retirar el mercurio de las corrientes de gas natural mediante el uso de unidades adsorbentes (como las HgSIV), que son productos de tamiz molecular que contienen plata en la superficie exterior de su pastilla o cuenta. Éstas pueden utilizarse como unidades en sí mismas o combinadas con unidades de secado existentes a fin de obtener gas seco sin mercurio. En algunas unidades instaladas, los niveles de mercurio pueden reducirse de los niveles del gas de alimentación, entre 25 y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a los niveles de salida por debajo del límite de detección (0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

60. Algunos países productores han aplicado controles reglamentarios a la industria del petróleo y el gas, a fin de abordar el problema de las emisiones y las liberaciones de mercurio. Muchos gobiernos restringen y regulan las descargas de mercurio, y exigen a las empresas que se hagan responsables del mercurio presente en todas las corrientes de desechos producidas, así como en los productos que comercializan. El vertido de agua producida en alta mar está restringido y puede requerir un tratamiento con filtrado o productos químicos. En muchos sectores, incluidos los relacionados con la extracción, el procesamiento y el uso de petróleo y gas, se requiere la aplicación de tecnologías de control para retirar el mercurio, que tengan en cuenta los problemas de la corrosión, el envenenamiento de los catalizadores y la seguridad y la salud.

61. En Noruega, a menos que se cuente con un permiso especial, no está permitida la combustión de gas en los sitios de producción, a excepción de los casos en los que sea necesario para garantizar la seguridad operativa. En 2003, Canadá informó que la puesta en marcha de programas de vigilancia y reglamentación redujo las emisiones en un 70 por ciento. En algunos países, se han establecido instalaciones para reducir la combustión de gas y, en consecuencia, reducir las emisiones de mercurio, además de programas para licuar gas natural para exportar, o para su utilización in situ. En algunas instalaciones de Nigeria, se está utilizando gas para producir cemento, y fertilizantes para producir gas apto para ser usado como combustible de coches; de este modo, se evita la combustión del gas en antorcha o su ventilación para operar los equipos de la plataforma. Dado que estas actividades hubieran utilizado fuentes adicionales de combustible con un posible contenido de mercurio, se ha sugerido que ello podría traer como resultado una reducción general en las emisiones de mercurio, incluso cuando no se apliquen controles adicionales de las mismas. En algunos casos, las compañías están volviendo a inyectar gas natural a los pozos, en lugar de ventilarlo. Si bien este procedimiento acarrea gastos adicionales, puede facilitar la producción de petróleo gracias a un incremento de la presión en los pozos.

62. Tanto en Indonesia como en Tailandia, existen amplios controles reglamentarios dirigidos a reducir al mínimo el mercurio que se libera al medio ambiente. Éstos incluyen mecanismos de inspección y vigilancia del cumplimiento a fin de que los niveles de mercurio en el medio ambiente no excedan los límites establecidos.

63. En los Estados Unidos, existen controles sobre los usos permitidos de desechos sólidos y líquidos de la industria del petróleo y el gas, que se basan fundamentalmente en el nivel de contaminación por mercurio y otras sustancias que son motivo de preocupación, así como en sus posibles efectos en el medio ambiente.

64. En un estudio realizado por consultores independientes en 2008, y presentado en un foro de la industria, se recomienda que la gestión del mercurio en las instalaciones de procesamiento de petróleo y gas se base en evaluaciones de riesgo exhaustivas. En el estudio se sugiere que si los niveles de mercurio en los líquidos son inferiores a 5 ppb (y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los gases), se deberá considerar que existe poco riesgo; además, se recomienda centrar la atención en vigilar la cantidad total de mercurio,

a fin de que ésta no aumente, y haciendo hincapié en las zonas críticas conocidas del proceso. Para niveles de mercurio entre 5 y 100 ppb en líquidos, puede ser necesario determinar las especies de mercurio presentes. Si más del 75% del mercurio presente es elemental, se deberán aplicar medidas que protejan a los trabajadores, a modo de evitar la inhalación y la absorción del mercurio por la piel, además de realizar controles más periódicos y exhaustivos. En el caso de fuentes de alto riesgo, que presenten concentraciones de mercurio de más de 100 ppb, se requiere una determinación detallada de la especie, una vigilancia frecuente y controles rigurosos. Se considera que, en dichos casos, la protección del medio ambiente es más difícil.

Anexo II

Información utilizada para la preparación del presente informe

ACAP, 2005 Assessment of mercury releases from the Russian Federation. Prepared for the Arctic Council by the Russian Federal service for Environmental, Technological and Atomic Supervision and the Danish Environmental Protection Agency, 2005.

Advanced mercury removal technologies. Hydrocarbon Processing. Houston, diciembre de 2010.

Boatman, M.C. (2004) Estimate of annual metric tons of mercury discharged with barite. Disponible en línea en: <http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/environ/mercury.html>.

Carnell, P.J.H., Openshaw, P.J. Mercury distribution in gas processing plants. Johnson Matthey Catalysts, Billingham, Cleveland, Reino Unido.

Carnell, P.J.H., Foster, A. and Gregory, J. (2005) Mercury matters. Hydrocarbon Engineering, diciembre de 2005.

Catchpole, S. (2009). Mercury removal in hydrocarbon streams. PTQ Catalyste, 39 – 45.

Chambers, A. and Supeene, G. Potential mercury emissions from natural gas production in Canada, for Mercury Programmes, National Office of Pollution Prevention, Environment Canada, by 25 de octubre, 2002.

Chongprasith, P. et al. Mercury situation in Thailand. Ministry of Natural Resources and Environment.

Corvini, G., Stiltner, J. and Clark, K., Mercury removal from natural gas and liquid streams. UOP LLC, Houston, Texas.

Crippet and Chaos (1997) Mercury levels in natural gas and current measurement techniques. – Gas quality and environmental measurement symposium, Orlando 1992.

Croatia: Information on releases of mercury from the oil and gas sector (follow up from INC2).

CSIR, Presentation on South Africa mercury emissions from point sources in South Africa.

Enhance mercury removal from naphtha. Hydrocarbon Processing. Houston, diciembre de 2006.

Environment Canada (2007) Mercury in crude oil refined in Canada. Prepared by Hollebhone, BP and Yang CX, octubre de 2007.

European Commission (2006) Mercury flows and safe storage of surplus mercury. Prepared by Peter Maxson, Director, Concorde East/West Sprl.

Gangstad, A. and Berg, S. (2006) Mercury in crude oil and natural gas – a concern for the oil and gas industry.

Germany (2011) German information on releases of mercury from the oil and gas industry (follow-up on INC2, 24–29(*sic*) enero de 2011, Chiba; Japón).

Gildert, G., Karavacioglu, H. A. and Carnell P.J.H., 2010 mercury removal from liquid hydrocarbons in ethylene plants. AIChE Paper number 135c, 2010.

Graham, J. (2010) Select trace elemental composition of fuel oil used in the Northeastern United States. EM, mayo de 2010 pp 16-22.

Informe sobre la oferta y la demanda actuales de mercurio, con inclusión de proyecciones en las que se tiene en cuenta la eliminación gradual de la minería primaria de mercurio (UNEP(DTIE)/Hg/OEWG.2/6)

Jong Hyun Won, Jae Young Park, Tai Gyu Lee (2007) Mercury emissions from automobiles using gasoline, diesel and LPG. (2007). Atmospheric Environment 41 (2007) 7547-7552.

Marck, W.S. et al (2004) Mercury in crude oil process in the United States. Mercury Technology Services.

Mercury in hydrocarbon reservoirs. BRMIGAS – NORAD – PETRAD – INTSOR – CCOP. Seminar on stranded gas, including low permeability reservoirs and mercury issues.

- Mercury removal from liquid hydrocarbons. Hydrocarbon Asia, Refining Gas Processing and Petrochemical Business Magazine (julio/agosto de 2006).
- Natural gas flaring and venting: opportunities to improve data and reduce eEmissions. Report to the Honorable Jeff Bingaman, Ranking Minority Member, Committee on Energy and Natural Resources, United States Senate. Julio de 2004. GAO-04-809.
- Nelson, P.F. et al, December 2009 Mercury sources, transportation and fate in Australia. Final report to the Department of Environment, Water, Heritage and the Arts RFT 100/0607.
- North Sea operators plan measures to capture mercury in production. 1999 Oil and Gas Journal.
- Norwegian Climate and Pollution Agency, 25 de marzo de 2011. Information from Norway on releases of mercury from the oil and gas sector.
- Pongsiri N (1999) Initiatives on mercury. SPE Prod. & Facilities 14(1) 17 – 20.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2005): *Evaluación mundial sobre el mercurio*. PNUMA Productos Químicos.
- PNUMA (2008) Global atmospheric mercury assessment: sources, emissions and transport, diciembre de 2008.
- PNUMA (2006) Summary of supply, trade and demand information on mercury.
- PNUMA (2005) Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio, Borrador preliminar, noviembre de 2005.
- PNUMA (2006) Guide for reducing major uses and releases of mercury, junio de 2006.
- Sani, Rasio Ridho Presentation on management of mercury-containing wastes from oil and gas operations in Indonesia.
- United States Energy Information Administration (2010) International Energy Outlook, Chapter 2
- United States Environmental Protection Agency (2000) Office of Compliance Sector notebook project: profile of the oil and gas extraction industry. Octubre de 2000, EPA/310-%-99-006.
- United States Environmental Protection Agency, Mercury in petroleum and natural gas: estimation of emissions from production, processing and combustion. Prepared for the Office of Air Quality Planning and Standards by the National Risk Management Research Laboratory, Research Triangle Park, NC 27711, septiembre de 2001 EPA/600/R-01/066.
- United States Environmental Protection Agency (2002) Use and release of mercury in the United States, diciembre de 2002. EPA/600/R-02/104.
- United States Environmental Protection Agency (2005) National air toxics assessment inventory. <http://www.epa.gov/ttn/atw/nata2005/tables.htm>.
- United States National Science and Technology Council, Committee on the Environment and Natural Resources. (2004) “Methylmercury in the Gulf of Mexico: state of knowledge and research needs”, junio de 2004.
- Wilhelm, S. Mark (2001). Estimate of mercury emissions to the atmosphere from petroleum. Environmental Science and Technology, Vol. 35 No. 24.
- Wilhelm, S.M., Liang, L., Cussen, D. and Kirchgessner, D. (2007) Mercury in crude oil processed in the United States. Environmental Science and Technology, American Chemicals Society, 41(13), 4509.
- Wilhem, S.M. et al (2008) Mercury in Southeast Asia produced fluids – holistic approach to managing offshore impacts. International Petroleum Technology Conference, Kuala Lumpur, 3 a 5 de diciembre de 2008.