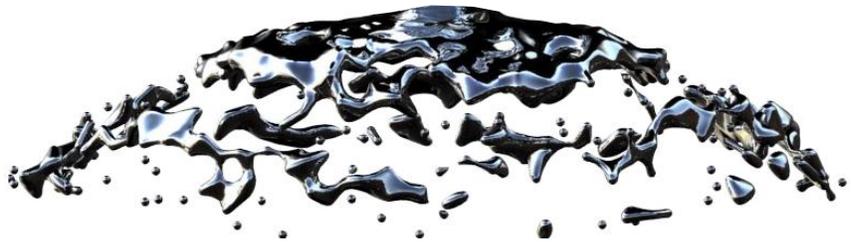


Informe Final – Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio

México 2004



Revisión 0

14 de Noviembre del 2008

Preparado para:

Dirección de Investigación de Residuos y Sitios Contaminados
Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental
Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Contrato INE/ADE-016/2008

Preparado por:

Ing. Pablo Maíz Larralde, MC
pablo_maiz@gamatek.com.mx

Ing. Gustavo Solorzano Ochoa, MC

Dirección de Investigación de Residuos y Sitios Contaminados
Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental
Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

14 de Noviembre del 2008

Estimado MC. Solorzano:

Le presento el Informe Final del Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio – México 2004, el cual ha sido elaborado para cumplir con los requisitos a los Términos de Referencia del Contrato INE/ADE-016/2008. El 21 de Julio del 2008 fue presentado el Informe de Avance del Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio – México 2004.

Agradeciendo de antemano la oportunidad brindada, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración. Atentamente,

Ing. Pablo Maíz Larralde, MC

pablo_maiz@gamatek.com.mx

Aclaración 1:

El presente documento sigue las directrices estipuladas por el Sistema Internacional de Unidades de Medida el cual fue adoptado por México y normalizado a través de la **NOM-008-SCFI-2002** [1]. Las magnitudes, unidades, prefijos, reglas de escritura de símbolos y reglas de escritura de números y signo decimal, atienden a las disposiciones de esta NOM. Lo anterior es particularmente importante en lo que respecta a las reglas de escritura de símbolos, números y símbolo decimal, las cuales suelen comúnmente causar confusión debido al uso de la 'coma' como símbolo decimal. A continuación se resumen estas reglas:

Principales Unidades SI utilizadas en la elaboración de este documento:

Unidades SI Base	Unidades SI derivadas con nombre y símbolo especial	Unidades que no pertenecen al SI, que se conservan para usarse con el SI	Prefijos para formar múltiplos y submúltiplos	
m (=) metro	°C (=) celsius	a (=) año	P (=) peta (10 ¹⁵)	d (=) deci (10 ⁻¹)
g (=) gramo	J (=) joule	d (=) día	T (=) tera (10 ¹²)	c (=) centi (10 ⁻²)
s (=) segundo		h (=) hora	G (=) giga (10 ⁹)	m (=) mili (10 ⁻³)
K (=) kelvin		min (=) min	M (=) mega (10 ⁶)	μ (=) micro (10 ⁻⁶)
		L (=) litro	k (=) kilo (10 ³)	n (=) nano (10 ⁻⁹)
				p (=) pico (10 ⁻¹²)

Ejemplo: **1 Mg/a (=) 1 megagramo por año (equivalente a 1 tonelada métrica por año).**

Reglas para la Escritura de los Números y su Signo Decimal:

Números: Los números deben ser generalmente impresos en tipo romano. Para facilitar la lectura de números con varios dígitos, estos deben ser **separados en grupos apropiados preferentemente de tres**, contando del signo decimal a la derecha y a la izquierda, los grupos deben ser separados por un pequeño espacio, nunca con una coma, un punto, o por otro medio.

Signo Decimal: El **signo decimal debe ser una coma** sobre la línea (.). Si la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero.

Ejemplos: **1 235,21 2 356 982 1,356 0,656 536 35,236 5**

Nota: Estas reglas no son utilizadas en el contexto de este informe para la indicación de fechas.

Reglas Generales para la Escritura de los Símbolos de las Unidades del SI:

- 1 Los símbolos de las unidades deben ser expresados en caracteres romanos, en general, minúsculas, con excepción de los símbolos que se derivan de nombres propios, en los cuales se utilizan caracteres romanos en mayúsculas
Ejemplos: m, cd, K, A
- 2 No se debe colocar punto después del símbolo de la unidad
- 3 Los símbolos de las unidades no deben pluralizarse
Ejemplos: 8 kg, 50 kg, 9 m, 5 m
- 4 El signo de multiplicación para indicar el producto de dos ó más unidades debe ser de preferencia un punto. Este punto puede suprimirse cuando la falta de separación de los símbolos de las unidades que intervengan en el producto, no se preste a confusión.
Ejemplo: N•m o Nm, también m•N pero no: mN que se confunde con milinewton, submúltiplo de la unidad de fuerza, con la unidad de momento de una fuerza o de un par (newton metro)
- 5 Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, se puede utilizar una línea inclinada, una línea horizontal o bien potencias negativas.
Ejemplo: m/s o ms⁻¹ para designar la unidad de velocidad: metro por segundo
- 6 No debe utilizarse más de una línea inclinada a menos que se agreguen paréntesis. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis
Ejemplos: m/s² o m•s⁻², pero no: m/s/s
m•kg / (s³•A) o m•kg•s⁻³•A⁻¹, pero no: m•kg/s³•A
- 7 Los múltiplos y submúltiplos de las unidades se forman anteponiendo al nombre de éstas, los prefijos correspondientes con excepción de los nombres de los múltiplos y submúltiplos de la unidad de masa en los cuales los prefijos se anteponen a la palabra "gramo"
Ejemplo: dag, Mg (decagramo; megagramo)
ks, dm (kilosegundo; decímetro)
- 8 Los símbolos de los prefijos deben ser impresos en caracteres romanos (rectos), sin espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad
Ejemplo: mN (milinewton) y no: m N
- 9 Si un símbolo que contiene a un prefijo está afectado de un exponente, indica que el múltiplo de la unidad está elevado a la potencia expresada por el exponente
Ejemplo: 1 cm³ = (10⁻² m)³ = 10⁻⁶ m³
1 cm⁻¹ = (10⁻² m)⁻¹ = 10² m⁻¹
- 10 Los prefijos compuestos deben evitarse
Ejemplo: 1 nm (un nanómetro)
pero no: 1 mμm (un milimicrómetro)

Aclaración 2:

El presente documento presenta el Informe Final – Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio – México 2004. Este Informe ha sido elaborado para cumplir con los requisitos a los Términos de Referencia del Contrato INE/ADE-016/2008.

Un Informe de Avance fue presentado a la Dirección de Investigación de Residuos y Sitios Contaminados del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental el 21 de Julio del 2008. En este Informe de Avance se incluyó toda la información y cálculos de emisiones que al momento habían sido recabados desde el momento en que arrancó el Contrato. La información presentada en el Informe de Avance no tuvo cambios, de tal forma que este Informe Final posee los mismos resultados para las Fuentes estimadas hasta el 21 de Julio del 2008.

Aclaración 3:

El presente documento posee gráficas y figuras en las que el uso de colores es importante para su interpretación. Se recomienda consultar este documento en pantalla o en impresión a color.

Agradecimientos

Por su participación directa o indirecta en la elaboración de este Informe, se le agradece profundamente a las siguientes personas:

Ing. Jorge Alberto Garza Sánchez (Gamatek)
Ing. Sully Morales Silva (Gamatek)
Gustavo Solorzano Ochoa (CENICA - INE)
David Alejandro de la Rosa P. (CENICA - INE)
Beatriz Cárdenas González (CENICA - INE)
Víctor Gutiérrez Avedoy (CENICA - INE)
Ana María Contreras (DGGCARETC – SEMARNAT)
Maricruz Rodríguez Gallegos (DGGCARETC – SEMARNAT)
Alberto Villa Aguilar (DGGCARETC – SEMARNAT)
Alberto Cruzado (DGGCARETC – SEMARNAT)

Resumen Ejecutivo

Informe Final – Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio – México 2004

El presente Informe incluye resultados del Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio en México durante el 2004. Este Informe ha sido preparado para la Dirección de Investigación de Residuos y Sitios Contaminados del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA), el cual forma parte del Instituto Nacional de Ecología (INE), bajo el Contrato No. INE/ADE-016/2008. Un Informe de Avance fue presentado a esta Dirección el 21 de Julio del 2008.

Antecedentes.

El 30 de Mayo del 2001, la Comisión para la Cooperación Ambiental del TCLAN publicó el Inventario Preliminar de Emisiones Atmosféricas de Mercurio en México (I-Hg 1999) [7], el cual incluye estimaciones de emisiones a la atmósfera de Procesos y Actividades Industriales (Fuentes Fijas), así como de algunas otras Fuentes Difusas. Como resultado de este I-Hg 1999 [7] se identificaron 24 Fuentes que liberaban a la atmósfera un aproximado de 31,29 Mg de Mercurio durante 1999. De estas liberaciones, más del 82% provenía de 3 Fuentes: (1) Minería y refinación de Oro; (2) Producción de Mercurio Secundario, y; (3) Plantas de Cloro-Álcali.

Las principales diferencias entre el presente Inventario 2004 y el I-Hg 1999 [7] son:

- (a) El año base utilizado;
- (b) Los Factores de Entrada, Distribución y/o Emisión, así como los métodos de cálculo, son distintos. El presente basado en el Instrumental Normalizado del PNUMA [3] y el I-Hg 1999 [7] basado en Factores de Emisión y/o métodos de la USEPA;
- (c) El I-Hg 1999 [7] incluye únicamente las liberaciones al vector Aire, mientras que el presente Inventario 2004 incluye estimaciones a todos los posibles vectores, y;
- (d) El I-Hg 1999 [7] no posee estimación de incertidumbre.

La SEMARNAT a través de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, se encuentra por publicar el Informe Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes – RETC 2004 [11]. Este Informe fue otorgado al autor de este documento previa su publicación. De acuerdo a este Informe, 895 Establecimientos presentaron información referente a liberaciones de Mercurio de un total de 12 000 Establecimientos que presentaron la Cedula de Operación Anual (COA) correspondiente al 2004. Las Sustancias RETC incluyen al Mercurio y a los 'Compuestos' de Mercurio, sin embargo, desafortunadamente no se requiere que los Establecimientos registren la información de tal forma que los Compuestos de Mercurio vengan especiados (por ejemplo, como Metilmercurio, Cloruro de Mercurio, Oxido de Mercurio, etcétera). Esta situación hace imposible deducir de los datos del COA, como fueron expresadas por cada Establecimiento las Emisiones de Compuestos de Mercurio que manifestaron. Bajo este principio, se puede concluir que en el peor de los casos, las Emisiones manifestadas como Mercurio (Compuestos) se encuentran sobrestimadas. La magnitud de esta sobreestimación no se espera elevada, ya que el Hg posee un peso atómico de 200,59, el cual unido a otros elementos es dominante en proporción. Por ejemplo, si un Establecimiento reporta 10 kg de Mercurio (Compuestos) emitidos al Agua, y este compuesto es Metilmercurio, la liberación real de Hg como elemento correspondería a 8,7 kg, o bien, un 13% de sobreestimación. También es importante considerar que la información recabada por el RETC es alimentada por cada Establecimiento y por lo tanto es susceptible a errores por falta de experiencia y/o comprensión de la información que se requiere. Las liberaciones totales registradas en el RETC 2004 [11] suman alrededor de 0,80 Mg a la atmósfera, 7,59 Mg al Agua y 0,22 Mg al suelo. Otra información relevante incluida en el RETC 2004 [11] corresponde a las Transferencias de Mercurio y sus Compuestos. El término Transferencia se refiere al traslado de sustancias sujetas a reporte a un sitio que se encuentra físicamente separado del Establecimiento que las generó, con finalidades de reutilización, reciclaje, obtención de energía, tratamiento o confinamiento; incluyendo descargas de agua al alcantarillado y manejo de residuos peligrosos, salvo su almacenamiento. En este sentido, algunas de estas Transferencias pueden ser consideradas liberaciones desde la perspectiva del Instrumental Normalizado del PNUMA [3], el cual considera a los 5 vectores (Producto, Residuo, Suelo, Agua y Aire); de tal forma que aquellas Transferencias a Coprocesamiento, Tratamiento, Disposición Final y Alcantarillado, podrían ser consideradas en un Inventario de Liberaciones. Por esta razón es difícil el no duplicar liberaciones entre distintos sectores, por ejemplo, si un Establecimiento esta coprocesando residuos que otro Establecimiento manifestó como Transferidos, la liberación podría duplicarse. Por tal motivo, lo más razonable a suponer en las Transferencias indicadas por el RETC 2004 [11] es que la Disposición Final (6,69 Mg) y el Alcantarillado (0,017 Mg) son los únicos que pueden ser considerados como liberaciones, mientras que el resto de los esquemas de Transferencia no

necesariamente lo son. Sumando estas Emisiones y Transferencias, el RETC 2004 [11] estima alrededor de 15 Mg de liberaciones de Mercurio en el 2004.

La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) de América del Norte publicó en el 2004 un informe de estimación de Emisiones Atmosféricas de las Centrales Eléctricas en América del Norte [13], el cual posee como año base el 2002. Para el caso de México y en específico para el Hg, las emisiones fueron estimadas únicamente para 3 centrales Carboeléctricas, cada una de las cuales se estima que emitió más de 300 kilogramos de Hg en el 2002, sumando un total de 1,02 Mg. Adicionalmente, la CCA publicó en su portal de Internet, una Hoja de Cálculo [14] en donde se incluyen las estimaciones que sustentan los resultados incluidos en este Informe [13] y que adicionalmente incluye estimaciones para todas las Centrales Eléctricas públicas que queman combustibles fósiles en México. Las Liberaciones totales de las Centrales Eléctricas fueron estimadas en 1,31 Mg.

Metodología.

Para la elaboración de este Inventario se utilizó el Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [3,4]. Cuando el Instrumental Normalizado presentaba discrepancias entre sus versiones de Inglés [3] y Español [4], la versión en Inglés fue considerada como la válida.

En el contexto de este documento, los términos, nomenclatura y definiciones se apegan en la medida de lo posible a las dictadas en el Instrumental Normalizado del PNUMA [3,4]. En aquellos casos en los que el término de la versión en Español [4] fue, a juicio del autor de este documento, mejor expresada como la traducción literal de la versión en Inglés [3], o haciendo uso de términos de mayor uso en México, se optó por incluir estos últimos y no incluir los expuestos en la versión en Español [4].

También es importante recordar, como lo indica la Aclaración 1 al inicio de este Informe, que este documento sigue las directrices estipuladas por el Sistema Internacional de Unidades de Medida el cual fue adoptado por México y normalizado a través de la NOM-008-SCFI-2002 [1]. Las magnitudes, unidades, prefijos, reglas de escritura de símbolos y reglas de escritura de números y signo decimal, atienden a las disposiciones de esta NOM. Lo anterior es particularmente importante para entender que: (1) la **coma es el símbolo decimal**; (2) el prefijo 'M' con la unidad 'g' se combinan como **'Mg' para indicar 'Megagramo'** a lo que normalmente se refiere como tonelada métrica, y; (3) los números con varios dígitos han sido separados por un espacio en grupos de tres cifras, contando del signo decimal a la derecha y a la izquierda.

La cuantificación de las liberaciones de Mercurio se realizó utilizando Factores de Entrada y Distribución, o bien, haciendo uso de Factores de Emisión:

- a. Vía Factores de Entrada – Factores de Distribución por Defecto

$$[\text{Liberación al Vector "i"}]=[\text{Factor de Entrada}] \times [\text{Factor de Distribución al Vector "i"}] \times [\text{Actividad}]$$

- b. Vía Factores de Emisión por Defecto

$$[\text{Liberación al Vector "i"}]=[\text{Factor de Emisión al Vector "i"}] \times [\text{Actividad}]$$

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/reportId=5_15697

