Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MIAMBIENTE)
Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO)
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente)
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Fondo Mundial para el Ambiente (GEF)

Proyecto 00090481: Gestión Ambientalmente Racional del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro y del Sector Salud (GAR Mercurio)

Proyecto 00PCA862: Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Honduras y del Plan Nacional de Acción Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE) de Oro en Honduras (MIA-NAP)

Inventario Nacional de Identificación y Cuantificación de las Emisiones y Liberaciones de Mercurio

Nivel 2 | Honduras 2015

Tegucigalpa M.D.C

Honduras, C.A

ACLARACIÓN 1

El presente documento sigue algunas directrices estipuladas por el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) como: las magnitudes, unidades, prefijos, reglas de escritura de símbolos y reglas de escritura de números y signo decimal. 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 esta 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})
t (=) tonelada		L (=) litro	k (=) kilo (10^{3})	n (=) nano (10^{-9})
				p (=) pico (10^{-12})

Regla para la escritura de los números y su signo decimal:

Números: Al escribir números de más de cuatro cifras, se agruparán estas de tres en tres, empezando por la derecha, y separando los grupos por espacios en blanco: 8 327 451 (y no por puntos o comas, como, dependiendo de las zonas, se hacía hasta ahora: 8.327.451; 8, 327,451). Los números de cuatro cifras se escriben sin espacios de separación: 2458 (no 2 458).

Signo decimal: Para separar la parte entera del decimal debe usarse la coma, según establece la normativa internacional: El valor de π es 3,1416. No obstante, también se admite el uso anglosajón del punto, extendido en algunos países americanos: El valor de π es 3.1416.

Regla 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

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
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/s^2 o $m*s^{-2}$, no: m/s/s
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: Mg (mega-gramo) dm (decímetro)

ACLARACIÓN 2

Cabe mencionar que en este documento se tienen algunos resultados con algunas limitantes, por los factores que provienen de suposiciones con menor sustento (limitada información) y además existen fuentes con información sólida, completa y objetiva, sobre una fuente o actividad específica. Se concluye que el verdadero desafío para efectuar un Inventario de liberaciones nacional, consiste en identificar y ubicar las distintas fuentes de liberación, caracterizar su tecnología y prácticas de operación, medir su actividad durante el año requerido y finalmente realizar análisis en la materia prima y la distribución en las diferentes matrices.

INSTITUCIONES Y ESPECIALISTAS PARTICIPANTES

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MIAMBIENTE)
José Antonio Galdames, Secretario de Estado (2014-2019)
Elvis Rodas, Secretario de Estado por Ley (2019)

Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO-MIAMBIENTE)
Carlos Alberto Thompson, Director
Ana Gabriela Ramírez, Coordinadora Gestión de Productos Químicos (2016 – 2018)
Yaris Zavala, Jefe de la Unidad de Contaminación Atmosférica

ONU Medio Ambiente
Ludovic Bernadaut

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Proyecto GAR de Mercurio
Dennis Funes (2016-2019)

Unidad Coordinadora Proyecto GAR de Mercurio
Pablo Rodríguez, Coordinador
Mirtha Ferrary, Especialista en Gestión del Mercurio en Sector Salud
David Alcántara, Especialista en Gestión del Mercurio en Sector Minería (2016 – 2018)
Emilio Medina, Especialista en Gestión del Mercurio en Sector Ambiente (2016 – 2017)
Marcia Suazo, Especialista en Gestión del Mercurio en Sector Ambiente (2017 -2019)

Consultor Tematico
José Patricio Díaz

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
Proyecto MIA-NAP
Leonardo Lenin Banegas Barahona, Técnico Facilitador (2016 -2018)
Dixy Javier Avila Cáceres (2019 -2020)

Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN)
Fernando Erazo, Jefe de la Unidad de Investigación

Agradecimientos

Este Inventario ha sido posible gracias a las personas, instituciones y empresas publicas y privadas, que han aportado conocimiento y experiencia, asi como su valioso tiempo para procurar afinar los datos vinculados a las entradas y liberaciones de Mercurio, con el propósito obtener un resultado ajustado al contexto de país. A todos ellos dirigimos nuestro mas sincero reconocimiento y agradecimiento.

Por su participación directa o indirecta en la elaboración de este Inventario, se le agradece a la:
Comisión Nacional para la Gestión Ambientalmente Racional de los Productos Químicos (CNG)

Si desea más información sobre esta y otras publicaciones del proyecto “Inventario Nacional de Identificación y Cuantificación de las Emisiones y Liberaciones de Mercurio N2 de Honduras 2015” del Proyecto Gestión Ambientalmente Racional del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro y del Sector Salud (GAR); diríjase a:

- Secretaría de Recursos Naturales y ambiente (MiAmbiente); 100 mts. Al sur del estadio Nacional, Tegucigalpa M.D.C., Homduras, C.A. Telefono:2232-9002. Pagina web: http://www.miambiente.gob.hn.

- Oficina Coordinadora de Proyectos (OCP) de MIAMBIENTE, Mall El Dorado. Quinto Piso. Tegucigalpa M.D.C., Honduras. (504) 2239-0954 http://www.ocphn.org/v1/garmercurio/

Las opiniones, análisis y recomendaciones aquí expresadas, no reflejan necesariamente las opiniones del las Naciones Unidas, de su Junta Ejecutiva o de sus estados miembros.

Citar Documento como:

Proyecto Mercurio-MIA NAP, 2017. “Inventario Nacional de Identificación y Cuantificación de las Emisiones y Liberaciones de Mercurio N2 de Honduras 2015”. Proyecto Gestión Ambientalmente Racional del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro y del Sector Salud (GAR). GEF, PNUD, ONU Medio Ambiente, MIAMBIENTE+. Honduras.

RESUMEN EJECUTIVO

El Inventario Nacional de Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio de Honduras con año base 2015, se elaboró en dos etapas o niveles: El Inventario N1 del Instrumental que contiene procedimientos con factores de emisión predeterminados, por lo que se obtuvo datos generales por categoría y el Instrumental N2, en el cual los procedimientos fueron más detallados permitiendo reflejar con mayor profundidad y precisión el contexto nacional. El presente informe incluye resultados del Inventario N2 (año 2015).

Honduras suscribió el Convenio de Minamata sobre Mercurio el 24 de septiembre de 2014, y lo ratificó mediante el Decreto No. 126-2016 que aprueba en todas y cada una de sus partes el Acuerdo No. 33-DGTC, de fecha 2 de septiembre de 2015, mismo que contiene El Convenio Minamata, siendo publicado el 10 de enero de 2017, en el Diario Oficial La Gaceta, con el objetivo de proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de Mercurio y compuestos de Mercurio.

Los Inventarios se desarrollaron en el marco de este convenio, a través del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MIAMBIENTE), el cual tiene a su cargo los proyectos "Gestión Ambientalmente Racional (GAR) del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro (MAPE) y del Sector Salud (GAR de Mercurio 2015-2019)", como agencia implementadora el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y en segundo proyecto denominado "Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Honduras y del Plan Nacional de Acción MAPE de Oro en Honduras (Proyecto MIA-NAP 2016-2018)" administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Dichos proyectos fueron aprobados por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), en el año 2014 y 2015 respectivamente, iniciando en el año 2016 su fase de ejecución bajo el esquema de Programa de Mercurio. Los proyectos están orientados a fortalecer las capacidades nacionales para la gestión del Mercurio, productos y residuos con Mercurio, así como a reducir las liberaciones de Mercurio de los sectores de la Salud, Ambiente y Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE) de Oro principalmente.

Ambos proyectos persiguen el desarrollo de los Inventarios nacionales de liberación de Mercurio en sus Niveles I y II. En el caso particular del Proyecto GAR de Mercurio durante el periodo de octubre de 2016 hasta en febrero de 2017, desarrolló el Inventario N1. Por otro lado, el proyecto MIA-NAP presentó el Inventario N2, tomando como base el año 2015, con el propósito de obtener datos más próximos, precisos y específicos para el país.
El trabajo se desarrolló en colaboración continua con la Unidad Coordinadora del Proyecto GAR de Mercurio y el Proyecto MIA-NAP, para lo cual se conformó un equipo de trabajo integrado por CESCCO, Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN), GAR de Mercurio y MIA-NAP con la interacción

de los representantes de los sectores consultados. El Inventario se elaboró entre los meses de marzo y junio de 2017.

El objetivo del Inventario N2 consistió en estimar las emisiones al aire y las liberaciones de Mercurio en cada una de las matrices (agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos) en Honduras, con base al año 2015.

El enfoque de investigación para el desarrollo del Inventario fue de tipo cuantitativo, tipo de diseño no experimental transeccional de cohorte, ya que buscó recolectar datos con base al año 2015, el tipo de muestreo que se aplicó fue el no probabilístico por conveniencia, dado que los rubros a visitar se seleccionaron de acuerdo a los que tenían análisis de Mercurio en las emisiones y liberaciones de las diferentes matrices que permitiera la elaboración del balance de materia en su proceso productivo.

Para el cálculo de la tasas de actividad se utilizaron los siguientes criterios: Tasa de Actividad Mejor Aproximada (MAP) mediante el uso de fuentes documentales y datos obtenidos de las visitas de campo, se determinó la Actividad Mínima (MIN) y Máxima (MAX), como un determinado porcentaje de desviación sobre el valor de MAP (por ejemplo, ±5, ± 10%, ±30 % o ± 50%), dependiendo del nivel de incertidumbre de los datos de la tasa de actividad.

Las emisiones y liberaciones de Mercurio fueron estimadas para seis distintas matrices (aire, agua, suelo, productos, residuos y disposición de residuos), a partir de la siguiente fórmula 1.

Fórmula 1: Emisiones y liberaciones de Mercurio estimadas a las diferentes matrices.

$$\text{Liberación de Hg a la vía X} = \text{Tasa de actividad } \left({}^{\text{t}}/_{\text{a}}\right) * \text{factor de entrada } \left({}^{\text{g Hg}}/_{\text{t}}\right) * \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}} * \text{factor de distribución a la vía X} = \text{kg Hg/año}$$

Se determinó el Factor de entrada Mejor Aproximado (MAP) como aquel que mejor se consideró en función al conocimiento de una fuente específica, su tecnología, sistema de control de emisiones, prácticas de operación, o cualquier otro aspecto que pudiese ser plenamente identificado y estuviese tipificado en el instrumental normalizado del PNUMA y cuando el instrumental presentaba su intervalo, el MAP fue estimado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Cuando el instrumental no mostraba este desglose de factores de entrada en intervalo, el valor MIN fue considerado estimándolo como la tercera parte del valor de MAP (factor de 1/3) y cuando el valor del factor MAX fue considerado estimándolo como tres veces el valor del MAP (factor de 3), basándose en la incertidumbre experimental normalmente atribuible a una medición de Mercurio, así como a su representatividad de la fuente o sector en general.

La incertidumbre refleja, pues, duda acerca de la veracidad del resultado obtenido una vez que se han evaluado todas las posibles fuentes de error y que se han aplicado las correcciones oportunas. Por tanto, la incertidumbre da una idea de la calidad del resultado ya que muestra un intervalo alrededor del valor estimado dentro del cual se encuentra el valor considerado verdadero.

En el Inventario se realizaron estimaciones de incertidumbre con el fin de evaluar la sensibilidad del resultado total en función de cada fuente considerada. Las estimaciones de la incertidumbre son un elemento esencial de un Inventario de Emisiones completo, y ayudar a priorizar los esfuerzos por mejorar la proximidad de los Inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de medidas de reducción y eliminación de las liberaciones.

En el Inventario N2 existe incertidumbre en algunos datos aproximados presentados en su documento, estas estimaciones o incertidumbres obedecen a las siguientes razones: incertidumbres que resultan de las definiciones (por ejemplo, significado incompleto o poco claro, o definición incorrecta de una liberación); incertidumbres generadas por la variabilidad natural del proceso o fuente que produce una liberación; incertidumbres que resultan de la evaluación del proceso o la cantidad; dependiendo del método que se use, ya sea por: (1) la medición; (2) una descripción incompleta de los datos de referencia; (3) el dictamen de expertos, y (4) falta de información.

De los 18 rubros identificados como potenciales liberadores de Mercurio, se seleccionaron para el Inventario N1 fue de 58 industrias o empresas, las cuales fueron visitadas por el equipo de trabajo. Para el Inventario N2, se lograron visitar 24 sitios. A partir de las visitas se obtuvo la información suficiente para la elaboración de balances de materia en su proceso productivo en un 24% (6 de 24 empresas) y complementar vacíos de información con respecto a Inventario N1.

Se pudo verificar que en la mayoría de las empresas existe desconocimiento de las liberaciones de Mercurio asociadas con la actividad humana o a su actividad, como ser la movilización de impurezas de Mercurio en materias primas, combustibles fósiles, disposición final de productos y residuos de Mercurio, aparte de los daños que este ocasiona a la salud humana y al ambiente.

Según los resultados obtenidos en el Inventario N2, concluye que **18 035 kg** de Mercurio fueron liberados en Honduras durante el año 2015, con un intervalo incertidumbre que va de **10 374** a **36 280 kg** de Mercurio, liberado por las siguientes categorías:

1. Productos de consumo con uso intencional de Mercurio el 58%.
2. Incineración de residuos (incineración de residuos peligrosos, médicos, quemas informales) con el 21%.
3. Producción primaria de metal (incluye la producción de Oro y Plata con/sin amalgamiento) es de 11%.
4. Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamientos de aguas residuales y el restante con el 6%.

5. El 4% son generados por otros usos intencionales en productos y procesos, extracción y uso de combustibles y fuentes de energía, producción de otros materiales con Mercurio como impureza, crematorios/cementerios y producción de metales reciclados.

En cuanto a la categoría de ***"Productos de consumo con uso intencional de Mercurio (5.5)"*** su liberación fue de **10 419 kg Hg (57.77%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad: termómetros médicos 3 277 444 unidades importados/año, termómetros ambientales 364 161 unidades/año, uso de interruptores eléctricos y relés con Mercurio 8 570 154 habitantes/año 2015, tubos fluorescentes de doble extremo 2 477 484 unidades/año, Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL de un solo extremo) 16 560 541 unidades/año, vapor de Mercurio de alta presión 1 380 194 unidades/año, lámparas de sodio de alta presión, 1 380 194 unidades/año, lámparas de halogenuros metálicos 787 822 unidades/año, baterías de Botón de Zinc-Aire 1.06 t/año, baterías alcalinas de botón 79.83 t/año, baterías de botón de Óxido de Plata 0.32 t/año y baterias alcalinas, de formas distintas a las baterías de botón 1576.73 t/año.

En lo que respecta a la categoría de ***"Incineración de residuos (5.8)"*** su liberación fue de **3763 kg Hg (20.86%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad: residuos peligrosos incinerados 4575 t/año, residuos hospitalarios incinerados 5521 t/año, quema informal de residuos sólidos 1 133 496 t/año. Seguida la categoría de ***"Producción primaria de metal (virgen) (5.2)"*** su liberación fue de **2038 kg Hg (11.30%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad: extracción de Oro y Plata con procesos de amalgamación de Mercurio 322.29 kg/año, extracción de Oro, Plata y procedimiento inicial por el método distintos que amalgamiento con Mercurio, 60 077 168 toneladas de mena utilizada/año.

La categoría de ***"Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales (5.9)"*** su liberación fue de **1077 kg Hg (5.97%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de de actividad: residuos depositados en rellenos sanitarios 215 620 t/año, residuos depositados en vertederos informales 529 028 t/año, sistema/tratamiento de aguas residuales sólo tratamiento mecánico de agua 69 117 184 m^3/año, tratamientos mecánico y bilógico de agua 42 722 919 m^3/ año. La categoría de ***"Disposición de otros usos intensionales en productos y procesos (5.6)"*** su liberación fue de **343 kg Hg (1.90%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad: uso de amalgama dentales de Mercurio 8 570 154 habitantes/año 2015.

En lo que se refiere a la categoría de ***"Producción y usos de combustibles y fuentes de energía (5.1)"*** su liberación fue de **214 kg Hg (1.19%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad: combustión de carbón en plantas menos de 300 MW 27 139.39 t/ año, uso de coque de petróleo y fuel oil (bunker) 939 356 t/año, uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos 11 032 798 t/ año, energía obtenida por la quema de biomasa 1 872 710 t/ año. La categoría de ***"Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impurezas (5.3)"*** su liberación fue de **120 kg Hg (0.67%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad son: Producción de cemento 1 723 478.74 t/año, Producción de cal y conglomerados livianos 58 132 t/ año.

La categoría de ***"Crematorios y cementerios (5.10)"*** su liberación fue de **60 kg Hg (0.33%)**, generada por las siguientes subcategorías con sus respectivas tasas de actividad: cuerpos cremados 229 cuerpos/año, cuerpos enterrados en cementerios 29 655 cuerpos enterrados/año. La categoría de ***"Producción de metales reciclados (producción secundaria) (5.7)"*** su liberación fue de **7 kg Hg (0.01%)**, generada por subcategoría con sus respectiva tasa de actividad producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero) 657 vehículos reciclados/año.

Las emisiones y liberaciones de Mercurio correspondiente al año 2015, para las diferentes matrices fueron las siguientes: el medio hacia donde hay mayor liberación es al aire 6921 (38%) kg Hg/año, segundo lugar se libera a los residuos 4144 (23%) kg Hg/año, al agua 3573 (20%) kg Hg/año, al suelo 2812 (16%) kg Hg/año, disposición de residuos 335 (2%) kg Hg/año y en producto 251 (1%) kg Hg/año).

El Inventario N1 dio apertura para identificar otras posibles fuentes potenciales liberadoras de Mercurio en el país, además permitió conocer información con que contaban las empresas y así poder considerarlas para la realización de este Inventario de liberaciones de Mercurio en su N2.

Con respecto a los resultados de análisis de parámetro Mercurio (análisis de Mercurio en materia prima, emisiones al aire, liberaciones al producto, a los residuos, etc.) algunas empresas tomaron la iniciativa de realizarlos, otras justificaron de que el Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijas (valor permisible de Mercurio es de 0.05 mg/Nm^3) no les exige el análisis de este metal.
Al comparar los resultados obtenidos de los Inventarios N1 y N2, evidencia que existen grandes diferencias en los resultados de las emisiones y liberaciones de Mercurio en el año 2015 (N1: 159 120 kg y N2: 18 035 kg), contrario a los resultados de los Inventarios de Costa Rica, la emisión del Mercurio para el 2014 se contabilizó en el Inventario N2 4 492,13 kg; mientras que, en el Inventario N1 (2015), fue de 3 495,86 kg (MINAE, 2015, p. 59).

El haber elaborado el balance de materia en las empresas correspondientes a las subcategorías: extracción de Oro, Plata y procesamiento inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio, extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio, extracción y procesamiento inicial de Zinc y Plomo, producción de cemento, producción de cal y conglomerados livianos. Debido a ello permitió obtener datos reales de país en los factores de entrada y distribución de las emisiones de Mercurio. Se reconoce el esfuerzo que algunas empresas al identificar vacios de información en sus procesos productivos, gestionaron los análisis de Mercurio en su materia prima, la emisión al aire y las liberaciones.

Con respecto a los sitios que presentan un potencial de contaminación por Mercurio en el país en función de los hallazgos de los Inventarios N1 y N2, se puede considerar los siguientes: sitios que están relacionados con pasivos ambientales como ser: minas de extracción de Oro y Plata, que ya fueron explotadas y cerradas, los sitios donde han funcionado o funcionan las rastras de la MAPE de Oro, bodegas de almacenamiento de dispositivos que contienen Mercurio, botaderos a cielo abierto y botaderos clandestinos, sitios donde se realizan incineración de residuos o quemas, es posible identificar otros sitios.

Los Inventarios es importante para que el país pueda evaluar sus situaciones en términos de la contaminación por Mercurio y para que se les pueda prestar asistencia en el establecimiento de prioridades. Este Inventario permitirá orientar la elaboración de estrategias y adoptar medidas nacionales para reducir la cantidad de liberación de Mercurio en las fuentes que más contribuyan a las emisiones.

En el cumplimiento del objetivo del Convenio de MINAMATA que es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de Mercurio y compuestos de Mercurio, se diseñara y ejecutaran políticas integradoras (líneas de acción) como: un plan nacional y reglamentos para la gestión ambientalmente racional del Mercurio, umbrales de Mercurio en productos o artículos, etc. Que permitan reducir los riesgos asociados.

Es por esta razón que las entidades internacionales, los gobiernos, sector privado las organizaciones no gubernamentales, como autoridades nacionales competentes en salud y ambiente deben contribuir a la implementación de todas las medidas, ya sean políticas nacionales o tratados internacionales sobre el ambiente y la salud que se ratifican, para disminuir y en lo posible eliminar las emisiones de Mercurio al ambiente.

TABLA DE CONTENIDO

Lista de siglas....1
Glosario de términos....3
Introducción....6
Capítulo 1: Información general sobre la república de Honduras....8
Capítulo 2: Planteamiento....11
2.1 Descripción de la situación....11
2.2 Objetivos del inventario....11
2.2.1 Objetivo general....11
2.2.2 Objetivos específicos....12
2.3 Justificación....12
3.1 Antecedentes del Mercurio a nivel mundial....15
3.1.1 Propiedades del Mercurio y sus compuestos....15
3.1.2 Afectaciones y repercusiones detectadas de Mercurio....16
3.1.3 Valores de referencia de Mercurio a nivel ambiental y alimentos....18
3.1.4 Valores de referencia de Mercurio en tejidos biológicos humanos....19
3.2 Tratados internacionales....21
3.3 Antecedentes del Mercurio a nivel nacional....22
3.3.1 Marco legal normativo....22
3.3.2 Estudios de investigación sobre el Mercurio en Honduras....23
3.3.3 movimiento transfronterizos de desechos con Mercurio....23
3.3.4 Situación/eliminación de dispositivos médicos con Mercurio en eds....24
3.3.5 Estudios cronológicos....24
Capítulo 4: Metodología del Inventario....28
4.1 Fuentes de información....30
4.2 Estimación de las liberaciones de Mercurio....32
4.2.1 Presentación de la estimación de la tasa de actividad....32
4.2.2 Factores de entrada y distribución....33
4.2.3 Incertidumbre....40
4.3 Presentación del Inventario....41
Capítulo 5: Cuantificación de las liberaciones de Mercurio y evaluación de su incertidumbre....42
5.1 Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía....45
5.1.1 Combustión de carbón en grandes centrales de energía....45
5.1.2 Otros usos del carbón....45
5.1.3 Extracción, refinación y uso de petróleo....47
5.1.4 Extracción, refinación y uso de gas natural....51
5.1.5 Extracción y uso de otros combustibles fósiles....51

5.1.6 Energía obtenida por la quema de biomasa....52
5.1.7 Producción de energía geotérmica....56
5.2 Producción primaria de metal (virgen) 56
5.2.1 Extracción y procesamiento inicial de Mercurio (primario) 57
5.2.2 Extracción de oro y plata con proceso de amalgamación de Mercurio 57
5.2.3 Extracción y procesamiento inicial de zinc y plomo 61
5.2.4 Extracción de cobre y procesamiento inicial 62
5.2.5 Extracción de zinc y procesamiento inicial 63
5.2.6 Extracción de oro, plata y procesamiento inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio 63
5.2.7 Extracción de aluminio y procesamiento inicial 66
5.2.8 Extracción y procesamiento de otros metales no ferrosos 66
5.2.9 Producción primaria de metales ferrosos 67
5.3 Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impurezas 67
5.3.1 Producción de cemento....67
5.3.2 Producción de pulpa y papel 70
5.3.3 Producción de cal y conglomerados livianos....71
5.3.4 Otros minerales y materiales....73
5.4 Uso intencional de Mercurio en procesos industriales 73
5.4.1 Producción de cloro-álcali con tecnología de Mercurio....73
5.4.2 Producción de VCM con catalizador de Mercurio....73
5.4.3 Producción de acetaldehído con catalizador de Mercurio....74
5.4.4 Otras formas de producción de químicos y polímeros con compuesto de Mercurio como catalizadores....74
5.5 Productos de consumo con uso intencional de Mercurio.... 74
5.5.1 Termómetros con Mercurio 74
5.5.2 Interruptores eléctricos y relés con Mercurio....76
5.5.3 Fuentes de luz con Mercurio 78
5.5.4 Baterías con Mercurio 80
5.5.5 Poliuretano con uso de catalizador con Mercurio 82
5.5.6 Biocidas y pesticidas con Mercurio 83
5.5.7 Pinturas con Mercurio 83
5.5.8 Productos cosméticos y relacionados con Mercurio....83
5.6 Otros usos intencionales en productos y procesos 84
5.6.1 Amalgamas dentales de Mercurio....84
5.6.2 Manómetro y esfigmomanómetros 86
5.6.3 Químicos y equipo de laboratorio 87

5.6.4 Uso del metal Mercurio en rituales y medicina tradicional 88
5.6.5 Uso de productos misceláneos, usos de metal Mercurio y otras fuentes 89
5.7 Producción de metales reciclados (producción secundaria) 89
5.7.1 Producción de Mercurio reciclado- producción secundaria 89
5.7.2 Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero).....90
5.7.3 Producción de otros metales reciclados.....92
5.8 Incineración de residuos 92
5.8.1 Incineración de residuos municipales o generales.....92
5.8.2 Incineración de residuos peligrosos 93
5.8.3 Incineración de residuos hospitalarios.....96
5.8.4 Incineración de lodos cloacales.....98
5.8.5 Quema informal de residuos 98
5.9 Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales 105
5.9.1 Rellenos sanitarios/depósitos controlados 105
5.9.2 Disposición difusa con cierto grado de control 108
5.9.3 Disposición local informal de los residuos de la producción industrial.....108
5.9.4 Vertederos informales de residuos 109
5.9.5 Sistemas/tratamiento de agua residuales.....111
5.10 Crematorios y cementerios.....113
5.10.1 Crematorios/cremación.....113
5.10.2 Cementerios 115
5.11 Identificación de sitios potencialmente contaminados.....116
Capítulo 6: Resumen del Inventario.....118
6.1 Generalidades de la liberación de Mercurio.....122
6.2 Liberación de Mercurio a las diferentes matrices.....127
6.3 Hallazgos y resultados relevantes.....134
Conclusiones 135
Recomendaciones 138
Bibliografía consultada.....140
Anexos.....144

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del Mercurio y sus compuestos.....15
Tabla 2. Afectaciones y repercusiones detectadas en Mercurio. 18
Tabla 3. Valores de referencia de Mercurio a nivel ambiental y alimentos. 19
Tabla 4. Valores de referencia de Mercurio en tejidos biológicos humanos.....20
Tabla 5. Productos con Mercurio añadido que a partir de 2020 no estará permitida la producción, importación y exportación.....22
Tabla 6. Sitios considerados para la obtención de información en el Inventario de Liberaciones de Mercurio en el N2, 2017. 29
Tabla 7. Participantes en las giras de campo para la realización del Inventario N2, 2017. 31
Tabla 8. Descripción de las diferentes matrices de las emisiones y liberación de Mercurio.....34
Tabla 9. Fuentes y factores de entrada por cada una de las subcategorías obtenidas de los datos nacionales y del PNUMA.....37
Tabla 10. Fuentes inspeccionadas por el equipo de trabajo para la realización del Inventarios N1 y N2. 42
Tabla 11. Categorías de las fuentes identificadas.....43
Tabla 12. Caracterización de fuentes, tasa de actividad, cantidad de Mercurio por tonelada de carbón quemada – Combustión de carbón en plantas con una capacidad menor a 300MW. 46
Tabla 13. Liberación de Mercurio en el año 2015– Combustión de carbón en plantas menos de 300MW. 47
Tabla 14. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de coque y bunker quemada–Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker).....48
Tabla 15. Liberación de Mercurio en el año 2015– Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker).....49
Tabla 16. Caracterización de fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada consumida de gasolina, diésel, querosene y LPG– Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos.....50
Tabla 17. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos.....51
Tabla 18. Consumo de leña en hogares y MIPYME.....53
Tabla 19. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de biomasa quemada–Energía obtenida por la quema de biomasa.....54
Tabla 20. Liberación de Mercurio en el año 2015–Energía obtenida por la quema de biomasa. 56
Tabla 21. Caracterización de las fuentes, tasa de activida y cantidad de Mercurio por kilogramos de Oro producido–Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio. 59
Tabla 22. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Extracción de Oro y Plata (artesanal) con proceso de amalgamación de Mercurio.....61
Tabla 23. Caracterización de la fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de concentrado usada–Extracción y procesamiento inicial de Zinc y Plomo.....62
Tabla 24. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de mena usada–Extracción de Oro, Plata y procedimiento inicial por el método distintos que amalgamiento con Mercurio. 65
Tabla 25. Porcentajes de las emisiones y liberaciones de Mercurio de la Industria minera.....65
Tabla 26. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Extracción de Oro y Plata y procedimiento inicial por el método distintos que amalgamiento con Mercurio.....66
Tabla 27. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de cemento producido–Producción de cemento.....68

Tabla 28. Resultados del Inventario N2 de las liberación de Mercurio en el año 2015 – Producción de Cemento. 69
Tabla 29. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de cal producida–Producción de cal y conglomerados livianos. 72
Tabla 30. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Producción de cal y conglomerados livianos. 72
Tabla 31. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por unidad–Uso de termómetros de Mercurio. 75
Tabla 32. Liberación de Mercurio en el año 2015– Uso de termómetros de Mercurio. 76
Tabla 33. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por habitante–Uso de interruptores eléctricos y relés con Mercurio. 77
Tabla 34. Liberación de Mercurio en el año 2015– Uso de interruptores y relés con Mercurio. 77
Tabla 35. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por unidad–Uso de fuentes de luz con Mercurio. 78
Tabla 36. Liberaciones de Mercurio en el año 2015–Uso de fuentes de luz con Mercurio. 80
Tabla 37. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por unidad–Consumo de baterías con Mercurio. 81
Tabla 38. Liberaciones de Mercurio en el año 2015– Consumo de baterías con Mercurio. 82
Tabla 39. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por habitantes–Uso de amalgama dentales de Mercurio. 85
Tabla 40. Liberaciones de Mercurio en el año 2015– Uso de amalgama dentales de Mercurio. 86
Tabla 41. Inventario de dispositivos con Mercurio en el Hospital Escuela Universitario (HEU), Tegcigalapa M.D.C. 87
Tabla 42. Inventario de dispositivos con Mercurio en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (HNMCR) de San Pedro Sula, Cortés. 88
Tabla 43. Producción de mátales ferrosos reciclados (hierro y acero). 90
Tabla 44. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por vehículo reciclado– Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero). 91
Tabla 45. Liberación de Mercurio en el año 2015–Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero). 92
Tabla 46. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada incinerada–Residuos peligrosos incinerados. 94
Tabla 47. Liberación de Mercurio en el año 2015–Cantidad de residuos peligrosos incinerados. 94
Tabla 48. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de residuos hospitalarios incinerados–Cantidad de residuos hospitalarios incinerados. 97
Tabla 49. Liberación de Mercurio en el año 2015– Cantidad de residuos hospitalarios incinerados. 98
Tabla 50. Industrias procesadoras y transformadoras de residuos sólidos. 101
Tabla 51. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de residuos quema informal–Quema informal de residuos. 104
Tabla 52. Liberación de Mercurio en el año 2015-Quema informal de residuos. 105
Tabla 53. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de residuos depositados en rellenos sanitarios–Depósitos de residuos en rellenos sanitarios/depósitos controlados. 107
Tabla 54. Liberación de Mercurio en el 2015-Rellenos sanitarios/depósitos controlados. 107
Tabla 55. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada depositada informalmente–Depósitos de residuos en vertederos informales. 110
Tabla 56. Liberación de Mercurio en el 2015–Vertederos informales de residuos. 110
Tabla 57. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por m^3 de agua residual tratada–Sistema/tratamiento de aguas residuales. 112

Tabla 58. Liberación de Mercurio en el 2015–Sistema/tratamiento de aguas residuales. 113
Tabla 59. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por cuerpo cremado–Cuerpos cremados. 114
Tabla 60. Liberación de Mercurio en el 2015–Cuerpos cremados. 114
Tabla 61. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por cuerpo enterrados–Cementerios.....115
Tabla 62. Liberación de Mercurio en el 2015–Cantidad de cuerpos enterrados en el cementerio. 115
Tabla 63. Identificación de posibles sitios potencialmente contaminados con Mercurio. 116
Tabla 64. Cantidad de luminarias con Mercurio a nivel nacional en propiedad de la ENEE. 117
Tabla 65. Valorización de la tasa de actividad y la obtención de los factores de entrada y distribución (emisiones y liberaciones) por cada una de las subcategorías.. 118
Tabla 66. Liberación de Mercurio en el 2015–Resumen de Liberaciones de Mercurio por tipo de fuente. 122
Tabla 67. Liberación de Mercurio en el 2015–Resumen de Liberaciones de Mercurio por categoría. 125

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción de Minas y Canteras y su participación en el PIB Honduras (millones de lempiras).....10
Gráfico 2. Distribución de las Liberaciones de Mercurio por vector-Honduras 2015. 127
Gráfico 3. Emisiones de Mercurio al aire por categoría de las fuentes–Honduras 2015. 128
Gráfico 4. Liberaciones de Mercurio al agua por categoría de las fuentes–Honduras 2015. 129
Gráfico 5. Liberaciones de Mercurio al suelo por categoría de las fuentes–Honduras 2015.....130
Gráfico 6. Liberaciones de Mercurio al producto por categoría de las fuentes–Honduras 2015. ...131
Gráfico 7. Liberaciones de Mercurio al residuo por categoría de las fuentes–Honduras 2015. 132

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de la ubicación geográfica de Honduras. 8
Ilustración 2. División política departamental de Honduras.....9
Ilustración 3. Ciclo global del Mercurio.....15
Ilustración 4. Diagrama de técnicas y procedimiento para recolección de información.....31
Ilustración 5. Liberaciones de las plantas extractoras de aceite de palma. 25 de noviembre, Proyecto GAR de Mercurio, 2016. 54
Ilustración 6. Minero artesanal quemando amalgama en el patio de su casa. Observe que no existe el uso de equipo de seguridad; esta quema al aire libre es realizada en la calle principal de la aldea. San Juan Abajo. Noviembre 2016 (Germer, 2016, p. 92).....58
Ilustración 7. Retorta artesanal. Las imágenes muestran una amalgama de 17 gramos envuelta en hoja de plátano y cubierta con un vaso de aluminio. San Judas. Diciembre 2016. (Germer, 2016, p. 103). 60
Ilustración 8. Balance general de la industria minera productoras de Oro y Plata. 64
Ilustración 9. La imagen presenta cuando se elaboró el balance de materia sobre el cálculo de las entradas y las liberaciones de Mercurio a las diferentes matrices, en dos de las empresas mineras con la participación activa de los miembros designados por la empresa y el equipo de trabajo de campo, 4 de abril, Proyecto GAR de Mercurio, 2017. 66

Ilustración 10. Equipo de trabajo y autoridades de las industrias cementeras con que se trabajó el balance de materia de las emisiones y liberaciones de Mercurio, 6 y 20 de abril, Proyecto GAR de Hg, 2017. 69
Ilustración 11. Producción de Metales ferrosos reciclados (Hierro y Acero) de piezas de vehículos, donde se muestra la fundición la realizan en hornos de inducción que alcanzan temperatura hasta 1800 ℃, 19 de abril, Proyecto GAR de Mercurio, 2017. 90
Ilustración 12. Incineradores de residuos peligrosos y médicos, que alcanzan temperaturas hasta 700 ℃ (derecha) y trituradora de lámparas fluorescentes con Mercurio (Izquierda), 18 de abril, Proyecto GAR de Mercurio, 2017. 95
Ilustración 13. Quema de residuos sólidos hospitalarios en el CESAMO El Parnaso de la ciudad de Siguatepeque (Izquierda), la disposición final de los residuos (comunes y peligrosos) que se realizan directamente en el botadero Siguatepeque (Castillo, 2016, pp. 58,61). 103
Ilustración 14. Situación del botadero municipal de Danli, donde se realizan quemas a cielo abierto. 07 de noviembre, GAR de Mercurio, 2016. 104
Ilustración 15. Gestión de residuos sólidos en el año 2015 en Honduras. 135

ANEXOS

Anexo 1: Concentraciones de mercurio en aguas superficiales de diferentes proyectos mineros de honduras 144
Anexo 2: Planificación de giras de campo 148
Anexo 3: Balance de materia de Mercurio de la industria minera 150
Anexo 4: Balance de materia de Mercurio de la industria cementera 157
Anexo 5: Unidades de salud por región sanitaria 162
Anexo 6: Plantas de tratamiento de aguas residuales en Honduras 164
Anexo 7: Resultados de las gráficas en inglés del Instrumental Toolkit N2 166

LISTA DE SIGLAS

ATSDR	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR por sus siglas en inglés)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BCH	Banco Central de Honduras
BM	Banco Mundial
CESAMO	Centro de Salud Médico Odontológico
CESAR	Centro de Salud Regional
CESCCO	Centro de Estudios y Control de Contaminantes/MIAMBIENTE
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CO_2	Dióxido de carbono
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CNG	Comisión Nacional para la Gestión de Productos Químicos
CLIPER	Clínicas Periféricas
CReW	Fondo Regional del Caribe para la Gestión de Aguas Residuales (Caribbean Regional Fund for Wastewater Management sus siglas en inglés CReW)
DIMA	Dirección Municipal Ambiental
DINAMA	La Dirección Nacional de Medio Ambiente
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos (Ahora SAR)
DEMA	Departamento Municipal Ambiental
DMT	Toneladas Métricas Secas
DGA	Dirección General de Gestión Ambiental
EITI	Iniciativa de Transparencia de las Industrias Extractivas
ELIKA	Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
ESP	Precipitador Electrostáticos (ESP por sus siglas en inglés)
EPA	Agencia de Protección Ambiental de EU (Environmental Protection Agency)
ENCOVI	Encuesta Condiciones de Vida
GEF	Fondo Mundial para el Ambiente
GEO	Global Environment Outlook (Perspectiva Global del Medio Ambiente)
GAR	Gestión Ambientalmente Racional
HEU	Hospital Escuela Universitario
HNMCR	Hospital Nacional Mario Catarino Rivas
IHSS	Instituto Hondureño de Seguridad Social
ISTP	Ingesta Semanal Tolerable Provisional
INE	Instituto Nacional de Estadística
INHGEOMIN	Instituto Hondureño de Geología y Minas
ICEFI	Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales

IPCS	International Programme on Chemical Safety (Programa Internacional de Seguridad Química)
IMAE	Índice Mensual de Actividad Económica
JECFA	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
LFL	Lámparas Fluorescentes Lineales
MIAMBIENTE	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas
MAPE	Minería Artesanal y en Pequeña Escala
MAE	Ministerio de Ambiente de Ecuador
MIA-NAP	Evaluación Inicial del Convenio de Minamata y el Plan de Acción Nacional para la Minería Artesanal y a Pequeña Escala del Oro en Honduras
MW	Megavatio
MCV	Monómero de Cloruro de Vinilo
ONGs	Organización No Gubernamental
ONU/HABITAT	Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OMS	Organización Mundial de Salud (World Health Organization, por sus siglas en ingles WHO)
ppm	Partes por millón
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PIB	Producto Interno Bruto
PNRQ	Programa Nacional de Riesgos Químicos
PLSI	Programa Líderes en Salud Internacional Edmundo Granda Ugalde
RNP	Registro Nacional de las Personas
SAR	Servicio de Administración de Rentas
SARAH	Sistema Automatizado de Rentas Aduaneras de Honduras
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México
SESAL	Secretaría de Salud
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (ahora MIAMBIENTE)
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
UMA	Unidad Municipal Ambiental
UNAH	Universidad Nacional Autónoma de Honduras

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Amalgama:
Aleación de metales, especialmente formada por el Mercurio con otros metales (con cobre, Oro, Plata u otros metales) (HRUSCHKA, 2009, p. 1) .

Amalgama dental:
Es una mezcla de Mercurio líquido con partículas sólidas de plata, estaño, cobre y a veces de zinc, paladio, indio y selenio.

Amalgamación:
Proceso metalúrgico para la concentración de minerales de Oro en el cual un lodo del mineral bruto molido se pone en contacto con Mercurio. El Oro es atrapado por el Mercurio en forma de amalgama, lo cual se separa del barro para su posterior procesamiento, la separación térmica o química de Mercurio y del Oro (HRUSCHKA, 2009, p. 1) .

Aleación para amalgama:
Es una combinación de varios metales, generalmente la plata, estaño, cobre y algunas veces zinc. Su presentación comercial puede ser en forma de polvo o limadura, tabletas o pastillas y cápsulas dosificadas, éstas últimas contienen tanto la aleación como el Mercurio.

Bio-acumulación:
Proceso por el cual un organismo acumula metales provenientes de fuentes bióticas (otros organismos) o abióticas (suelo, aire y agua) (UNEP, 2002, p. 7).

Ciclo antropogénico del Mercurio:
Son las liberaciones derivadas de cualquier actividad humana como la distribución resultante de una entrada de inicial de Mercurio a diversos medios o vías de liberación durante las diversas estepas del ciclo de vida del producto o proceso[1].

Compuesto de Mercurio:
Se entiende toda sustancia que consiste en átomos de Mercurio y uno o más átomos de elementos químicos distintos que puedan separarse en componentes diferentes solo por medio de reacciones químicas (MINAMATA, 2013, p.2).

Entradas estimadas de Mercurio:
Entrada estimada de Mercurio= tasa actividad (t/a) * factor de entrada (kg Hg/t).

Emisiones:
Son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana o natural.

[1] http://slideplayer.es/slide/10435824/

Incertidumbre:
La incertidumbre es la inseguridad o duda que se tenga sobre el resultado en función de significado incompleto o poco claro, o definición incorrecta de una liberación, la variabilidad natural del proceso o fuente que produce una liberación, evaluación del proceso o la cantidad en cuanto a la medición, el muestreo, una descripción incompleta de los datos de referencia.

Liberaciones:
Liberaciones = entrada estimada de Mercurio (kg Hg) * factor de distribución a las diferentes matrices (aire, agua suelo, productos, residuos y disposición residuos).

Mejores Técnicas Disponibles (MTD):
Se entienden las técnicas que son más eficaces para evitar y, cuando eso no es factible, reducir las emisiones y liberaciones de Mercurio a la atmósfera, al agua y al suelo, y los efectos de esas emisiones y liberaciones para el medio ambiente en su conjunto, teniendo en cuenta consideraciones económicas y técnicas para una parte dada o una instalación dada en el territorio de esa parte (MINAMATA, 2013, p.2).

Mejores Prácticas Ambientales (MPA):
Se entiende la aplicación de la combinación más adecuada de medidas y estrategias de control ambiental (MINAMATA, 2013, p.2).

Mercurio elemental:
El Mercurio elemental ("Azogue"; "Hidrargirio"; "Mercurio coloidal"; formula: Hg0; Nº CAS 7439-97-6) es un elemento de color plateado, inodoro, pesado, 13.5 veces más denso que el agua. Es buen conductor de la electricidad y su coeficiente de dilatación es prácticamente constante. Es el único metal que se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente.

Mercurio Inorganico:
Se forma cuando el Mercurio se combina con elementos inorgánicos como cloro, azufre y oxígeno (sales de Mercurio). La mayoría de estos compuestos son polvos blancos o cristales -excepto el cinabrio, que es rojo.

Mercurio Organico:
Se forma cuando el Mercurio se combina con carbono y otros elementos. Hay muchos compuestos orgánicos de Mercurio, el más común es el metilmercurio.

Mezcla:
Una mezcla es la unión de sustancias o metales que no se combinan químicamente entre sí, manteniendo sus propiedades individuales (HRUSCHKA, 2009, p. 1) .

Minería artesanal:
Es el aprovechamiento de los recursos mineros que desarrollan personas naturales de manera individual o en grupos organizados mediante el empleo de técnicas exclusivamente manuales (Artículo 89, ley de Mineria, 2013).

Pequeña minería:
Las actividades mineras en las que se utilicen medios mecánicos sencillos y que presenten las características siguientes: capacidad de producción hasta 200 t/mena al día, tratándose de metálicas;

capacidad de producción hasta 100 m^3 por día, tratándose de no metálicos; capacidad de explotación hasta 10 m^3 diarios, tratándose de gemas o piedras preciosas; y, capacidad de explotación de mineral metálico de placer hasta 50 m^3diarios (Artículo 86, ley de Mineria,2013).

Producto con Mercurio añadido:
Se entiende un producto o componente de un producto al que se haya añadido Mercurio o un compuesto de Mercurio de manera intencional.

Rastra:
Son molinos artesanales construidos con material rudimentarios de forma circular, que consisten en grandes piedras encadenadas a un poste que gira por acción de un motor de un vehículo, con el fin de reducir el tamaño de los de partícula (partículas más finas) de la roca o broza, donde se incorpora el Mercurio para aumentar la superficie de contacto entre el Mercurio y el Oro, el cual se mezcla con el material triturado para luego recuperar las amalgamas de Oro y Plata.

Retorta:
Consiste, en principio, de un recipiente en el cual se calienta una mezcla de sustancia para elevar su temperatura y acelerar la evaporación y un condensador para enfriar los vapores y llevar la sustancia previamente evaporada, nuevamente a un estado líquido.

Residuos peligrosos:
Son aquellos producidos por el generador con algunas de las siguientes carcaterísticas: infecciosos, combustibles, inflamables, corrosivos, explosivos, reactivos; los cuales pueden causar daño a la salud humana y/o al ambiente[2].

Residuos comunes:
Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades.Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador[3].

[2] https://es.slideshare.net/OthonielHernandezOvando/clasificacion-de-residuos-hospitalarios
[3] https://es.slideshare.net/OthonielHernandezOvando/clasificacion-de-residuos-hospitalarios

INTRODUCCIÓN

Honduras suscribió el Convenio de Minamata sobre Mercurio el 24 de septiembre de 2014, y lo ratificó mediante el Decreto No. 126-2016 que aprueba en todas y cada una de sus partes el Acuerdo No. 33-DGTC, de fecha 2 de septiembre de 2015, mismo que contiene El Convenio Minamata, siendo publicado el 10 de enero de 2017, en el Diario Oficial La Gaceta, con el objetivo de proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de Mercurio y compuestos de Mercurio.

Respondiendo a las necesidades nacionales y futuros compromisos internacionales sobre el Mercurio enmarcado en el convenio de Minamata, se ejecutan los proyectos: "Gestión Ambientalmente Racional del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la MAPE de Oro y del Sector Salud (GAR de Mercurio 2015-2019)" y, "Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Honduras y del Plan Nacional de Acción MAPE de Oro en Honduras" (Proyecto MIA-NAP, 2016-1018).

Dichos proyectos fueron aprobados por el Fondo Mundial para el Ambiente (GEF de sus siglas en ingles) en el año 2014 y 2015 respectivamente, iniciando en el año 2016 su fase de ejecución a través de CESCCO/MIAMBIENTE, como agencia ejecutora, el PNUD como agencia implementadora del proyecto GAR de Mercurio y PNUMA como agencia implementadora del proyecto MIA-NAP.

Los proyectos están orientados a fortalecer las capacidades nacionales para la gestión del Mercurio, productos y residuos con Mercurio, así como a reducir las liberaciones de Mercurio de los sectores de la salud, ambiente y MAPE de Oro principalmente. Ambos proyectos persiguen el desarrollo de los primeros Inventarios nacionales de liberación de Mercurio en sus Niveles I y II. En el caso particular del Proyecto GAR de Mercurio presentó el Inventario N1. Por otro lado el proyecto MIA-NAP presentó el Inventario en su N2, tomando como base el año 2015, con el propósito de obtener datos más próximos, precisos y específicos para el país, lo que permitirá orientar la elaboración de estrategias y adoptar medidas nacionales para reducir la cantidad de liberación de Mercurio.

El Mercurio es de interés a nivel internacional por su toxicidad, por el volumen de producción de artículos que lo contienen, la magnitud de su comercio internacional y la preocupación de muchos países por las posibilidades efectivas de su gestión sustentable, dados los múltiples y diversos procesos y utilidades en las que el Mercurio interviene. Los antecedentes de situaciones de conflicto masivo causados a partir de accidentes mayores, las especiales características del Mercurio en su dinámica ambiental, la situación de susceptibilidad de los organismos en gestación, y su participación en todos los sectores posibles de la producción (industria extractiva, manufacturera, agrícola, de servicios, alimentaria, etc.).
Después de considerar los resultados clave del informe Evaluación Mundial del Mercurio, el Consejo de Administración del PNUMA concluyó, durante su Vigésima Segunda Sesión celebrada en febrero de 2003, que existía suficientes evidencias de los importantes impactos del Mercurio alrededor del mundo, fue entonces que el Consejo de Administración solicitó al PNUMA que llevara a cabo actividades de asistencia técnica y fortalecimiento de capacidades, creándose el programa Mercurio dentro del PNUMA Productos Químicos, teniendo como prioridad brindar asistencia a los países en la evaluación de su situación de la

contaminación por Mercurio y la identificación de posibles vías a través de la utilización del Instrumental del PNUMA: Toolkit N2 Versión 1.3 Noviembre 2015.

El borrador preliminar del instrumental se publicó en noviembre de 2005 con el propósito de hacer pruebas pilotos y recopilar comentarios, siguiendo estrechamente el enfoque y la metodología utilizada en la segunda edición (febrero de 2005) del "Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos". El instrumental parte básicamente de las experiencias y la información recabada en países industrializados, tratándose de ciertas fuentes de liberaciones podría no reflejar plenamente las condiciones de los países en desarrollo y en vías de desarrollo, por lo que a través de los años se ha ido actualizado y modificando, tomando en cuenta la información y las experiencias que se han ido generando.

Esta investigación tuvo como objetivo fundamental estimar las emisiones al aire y las liberaciones de Mercurio en cada una de las matrices (agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos), en Honduras, con base al año 2015.

El presente Inventario N2 en Honduras con base en el año 2015, contempló en su metodología una fase de recopilación de información seguida del trabajo de campo, que consistió en la elaboración del balance de materia en las empresas y finalmente la digitalización y análisis de los datos adquiridos según el Instrumental del PNUMA versión 1.3 de Noviembre 2015.

Bajo los lineamientos de los objetivos y el esquema metodológico, se estructura el presente informe, el cual comprenden los siguientes aspectos: información general sobre la República de Honduras, planteamiento del problema, antecedentes sobre la gestión de Mercurio, metodología del Inventario, cuantificación de las liberaciones de Mercurio y evaluación de incertidumbre, resumen del Inventario, conclusiones, recomendaciones y bibliografía. En los anexos se encuentra documentación relacionada con el desarrollo del Inventario tales como: planificación de giras de campo, balances de materias, unidades de salud por región sanitaria, plantas de tratamiento de aguas residuales y resultados de gráficas en inglés del instrumental Toolkit.

CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA REPÚBLICA DE HONDURAS

Honduras se encuentra en el centro del continente americano, en América Central o Centroamérica, como suele denominarse a esta parte del mundo. Limita al Norte con el mar Caribe o de Las Antillas, al Sur con La República de El Salvador y el Océano Pacífico, al Este con La República de Nicaragua y el Mar Caribe y al Oeste con La República de Guatemala. Con una extensión territorial de 112 492 km^2 (Véase ilustración 1).

Ilustración 1. Mapa de la ubicación geográfica de Honduras[4].



Su división política consta de 18 departamentos, 298 municipios, 3 731 Aldeas y 30 591 caseríos. Los departamentos son: Atlántida (1), Colón (2), Comayagua (3), Copán (4), Cortés (5), Choluteca (6), El Paraíso (7), Francisco Morazán (8), Gracias a Dios (9), Intibucá (10), Islas de la Bahía (11), La Paz (12), Lempira (13), Ocotepeque (14), Olancho (15), Santa Bárbara (16), Valle (17) y Yoro (18) (Véase ilustración 2).

[4]https://www.google.hn/search?q=Mapa+de+la+ubicación+geográfica+de+Honduras&biw=1024&bih=616&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjH2Lfnq-LRAhXLZiYKHVmeB28Q_AUIBigB#imgrc=rFkHA6mWkcuSBM%3A

Ilustración 2. División política departamental de Honduras[5].



Según datos del Banco Mundial (BM), Honduras es un país de ingreso medio-bajo que se enfrenta a desafíos significativos, con cerca del 63 por ciento de la población viviendo en la pobreza en 2014, según datos oficiales. En zonas rurales, aproximadamente seis de cada 10 hogares viven en pobreza extrema o con menos de US$2.50 al día (BM, 2015), esto naturalmente incide en las prácticas que la población realiza, que en muchos casos son inadecuadas, representando negativamente en su propia salud y al ambiente.

Según datos del Banco Central de Honduras (BCH) en el 2015 el Producto Interno Bruto (PIB) fue de $20 555 millones de dólares (L. 445 335.90 millones), teniendo un crecimiento del PIB de 3.6% (BCH, 2015). En el IV trimestre 2015, el PIB en términos constantes aumentó 1.3% respecto al trimestre previo; en tanto, de forma interanual se incrementó 4.1% con lo anterior, al cierre de 2015 la actividad económica en el país creció en 3.6% (3.1% en 2014) (BCH, 2015). Según datos del INE la población total del 2015 fue de 8, 570,154, con una población urbana de 4 617 757 y rural de 3 952 397 (INE, 2016).

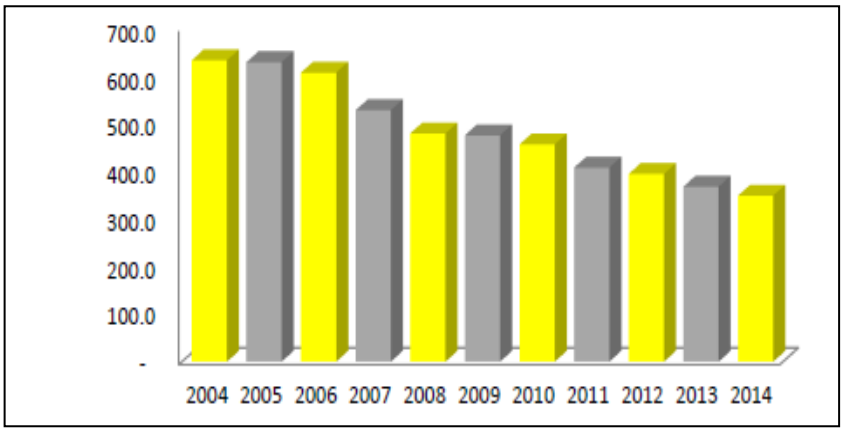
Desde la perspectiva de la producción, durante el IV trimestre de 2015 la actividad económica fue impulsada por: los servicios de Intermediación Financiera, Seguros y Fondos de Pensiones; Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca; Comercio, Hoteles y Restaurantes; Comunicaciones; y por la mayor recaudación de impuestos indirectos, especialmente sobre ventas y aporte vial (BCH, 2015).
La actividad productiva nacional, calculada a través de la serie original del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), registró un alza de 3.6% a octubre de 2016 (3.7% en 2015). Las actividades con mayor contribución al resultado global fueron: Intermediación Financiera, Seguros y Fondos de Pensiones;

[5]http://www.ine.gob.hn/index.php/25-publicaciones-ine/83-anuario-estadistico-sen

Industria Manufacturera; Agricultura, Ganadería y Silvicultura; Telecomunicaciones; Comercio; Transporte y Almacenamiento; y Electricidad. (BCH, 2016).

En el año 2008 se tenía una producción de minas y canteras en Honduras de 2 036 millones de Lempiras existiendo un aumento para el año 2011 de aproximadamente 37% pasando a producirse en total 3 329 millones de Lempiras, así mismo para el año 2012 existió otro aumento aproximadamente de 11%, por lo que se puede ver ya una serie con un crecimiento constante desde el año 2008 a 2014, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico 1.

Gráfico 1. Producción de Minas y Canteras y su participación en el PIB Honduras (millones de lempiras).



Fuente: División de Cuentas Nacionales, Departamento de Estadísticas Macroeconómicas, Subgerencia de Estudios Económicos, Banco Central de Honduras citado por (EITI-HN, 2016, p. 29)

La actividad extractiva en el período 2014 en promedio representó cerca del 1% del PIB; en términos nominales, se observa un decrecimiento al pasar de L395 millones en el 2013 a L369 millones en 2014, de acuerdo a cifras proporcionadas por el BCH. Aunque el subsector minero llegó a ser el principal rubro productor y exportador del país en ciertos tiempos coloniales y postcoloniales, la exportación minera ya dejó de ser el motor del crecimiento de Honduras en la segunda década del Siglo XX, cuando la producción y exportación del banano tomaron el relevo (EITI-HN, 2016, p. 29).

En cuanto a la calidad del agua en Honduras existen diversas fuentes puntuales y no puntuales de la contaminación hídrica distribuidas a nivel nacional. La naturaleza de esta contaminación varía desde las descargas de aguas residuales de origen doméstico e industrial así como el arrastre de otros contaminantes derivado de fuentes difusas como botaderos a cielo abierto de residuos sólidos, campos agrícolas, sitios contaminados, entre otros. La naturaleza de estos impactos ambientales son acumulativos y sinérgicos que afectan considerablemente la calidad ambiental y por ende la calidad de vida de los hondureños (GEO-MIAMBIENTE, 2014, p. 67).

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO

En este capítulo se expone el contexto del problema de estudio, los objetivos del Inventario N2 la justificación del porqué de la importancia de elaborar el Inventario con base al año 2015 y la presentación del Inventario N2.

2.1 Descripción de la situación

Todas las sociedades enfrentan el desafío de ofrecer una atención de la salud de calidad y accesible. A medida que la relación entre salud humana y contaminación o degradación ambiental se hace cada vez más evidente, las sociedades deben tener en cuenta también esta dimensión, como es el caso del Mercurio es responsable de una serie de efectos adversos significativos tanto en la salud humana como en el medioambiente a nivel mundial.

El metal Mercurio elemental y sus compuestos (orgánicos e inorgánicos) pueden resultar extremadamente tóxicos para los seres humanos, los ecosistemas y la vida silvestre. En dosis elevadas, el Mercurio puede ser mortal para los seres humanos. Sin embargo, en dosis relativamente bajas, también puede causar graves problemas en el desarrollo neurológico de las personas expuestas, pues el sistema nervioso es muy sensible a todas las formas de Mercurio.

Las autoridades ambientales hondureñas han comenzado a sensibilizar respecto a considerar al Mercurio como una sustancia peligrosa de prioridad para la agenda química y su gestión ambiental. Lo anterior, en función de estudios existentes a nivel internacional, estudios puntuales, pero sin tener un Inventario que se aproxime a la situación nacional, particularmente, las fuentes de liberaciones ambientales de Mercurio, respecto a los usos, consumos y sitios potencialmente contaminados con Mercurio en el país.

En virtud a lo anterior, la investigación consistió en la elaboración del Inventario N2 de Honduras, con base al año 2015, para la generación de información necesaria que determinará la magnitud del problema y entregar directrices necesarias para la gestión en el país. En razón a lo anterior se establecieron objetivos hacia donde se dirigió las acciones.

2.2 Objetivos del Inventario

2.2.1 Objetivo General

Estimar las emisiones al aire y las liberaciones de Mercurio en cada una de las matrices (agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos) en Honduras, con base al año 2015.

2.2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las fuentes de emisiones y liberaciones de Mercurio en relación a su ciclo de vida a nivel nacional.
2. Calcular por subcategoría la tasa de actividad, factores de entrada de Mercurio y factores de distribución de salida en cada una de las matrices que se acerque lo más posible a la realidad del país.
3. Estimar por categoría las entradas de Mercurio, las emisiones y liberaciones en cada una de las matrices (aire, agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos).
4. Identificar los sitios potencialmente contaminados por Mercurio, que puedan representar un riesgo en función de los datos del Toolkit N2.

2.3 Justificación

La contaminación por Mercurio, actualmente es considerada como un problema de preocupación mundial. Es por ello que los gobiernos han acordado a través del cumplimiento del Convenio de MINAMATA, cumplir con el objetivo, que es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de Mercurio y compuestos.

Honduras suscribió el Convenio de Minamata sobre Mercurio el 24 de septiembre de 2014, y lo ratificó mediante el Decreto No. 126-2016 que aprueba en todas y cada una de sus partes el Acuerdo No. 33-DGTC, de fecha 2 de septiembre de 2015, mismo que contiene El Convenio Minamata, siendo publicado el 10 de enero de 2017, en el Diario Oficial La Gaceta.

En cumplimiento al Convenio de MINAMATA, se elaboraron los Inventarios Nacional N1 y N2 de Honduras, con base al año 2015, donde se identificaron los usos, las fuentes de liberaciones ambientales de Mercurio, los productos que lo contienen, así como los posibles sitios contaminados por el mismo. Esto, con el fin de que las autoridades nacionales pertinentes cuenten con las herramientas necesarias, para adoptar medidas que eviten efectos adversos para la salud de las personas y el medio ambiente.

Los Inventarios N1 y N2 se desarrollaron utilizando como año el 2015, con el propósito de obtener datos más próximos, precisos y específicos para el país, lo que permitirá orientar la elaboración de estrategias y adoptar medidas nacionales para reducir la cantidad de emisiones y liberaciones de Mercurio en las fuentes que más contribuyan a dichas emisiones y liberaciones.

Po otra parte, esta investigación permitirá que el país cuente con información necesaria para tomar medidas que den cumplimiento a lo estipulado en los distintos instrumentos internacionales relacionados con el tema y en especial, donde se diseñara y ejecutaran políticas integradoras (líneas de acción) como: un plan nacional y reglamentos para la gestión ambientalmente racional del Mercurio, umbrales de Mercurio en productos o artículos, etc. Que permitan reducir los riesgos asociados.

El problema del Mercurio será abordado de forma directa y coordinada en todos los ámbitos de aplicación a través de los proyectos “Gestión Ambientalmente Racional (GAR) del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro (MAPE) y del Sector Salud (GAR de Mercurio 2015-2019)” y el segundo proyecto denominado “Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Honduras y del Plan Nacional de Acción MAPE de Oro en Honduras (Proyecto MIA-NAP 2016-2018)”, orientados a fortalecer las capacidades nacionales para la gestión del Mercurio, productos y residuos con Mercurio, así como a reducir las liberaciones de Mercurio de los sectores de la Salud, Ambiente y Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE) de Oro principalmente.

Con el propósito de reducir el nivel de incertidumbre en algunos factores de entrada y distribución de salida, se tomó en cuenta aspectos de las fuentes como: ubicación de la fuente que son los registros internos de todos los datos, incluidos el año, la ubicación y el nombre de los proveedores de los datos; identificación de la tasa de actividad y procesos que conducen a las liberaciones de Mercurio; caracterización de su tecnología, como los diferentes filtros de control de emisiones o los distintos sistemas de gestión de residuos; factores de entradas y distribución se aborda asimismo, en la mayor medida posible, las emisiones al aire y las liberaciones al agua, al suelo, productos, residuos y disposición de residuos, y a la vez reconocer (si procede) que en determinadas áreas hay importantes deficiencias en el alcance y calidad de los datos.

En este Inventario N2, se realizó estimaciones de incertidumbre con el fin de evaluar la sensibilidad del resultado total en función a cada fuente considerada, esto ayudará a priorizar los esfuerzos por mejorar la proximidad de los Inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de medidas de reducción y eliminación de las liberaciones.

La incertidumbre refleja, pues, duda acerca de la veracidad del resultado obtenido una vez que se han evaluado todas las posibles fuentes de error y que se han aplicado las correcciones oportunas. En tal sentido, la incertidumbre da una idea de la calidad del resultado ya que muestra un intervalo alrededor del valor estimado dentro del cual se encuentra el valor considerado verdadero.

La metodología del Inventario N1, su objetivo consistió en proporcionar una idea general de las principales fuentes de liberación de Mercurio y una estimación de la cantidad liberada por cada fuente. En cuanto al procedimiento hay varios pasos simplificados, en los que se establecen automáticamente las liberaciones mediante factores de cálculo predeterminados, únicamente debe añadir la tasa de actividad para el sector o actividad correspondiente, los factores predeterminados de la hoja de cálculo del Inventario crean resultados simplificados de las entradas y liberaciones. Así, estos factores predeterminados pueden ser superiores o inferiores a los datos y liberaciones reales del país.

En cuanto a la metodología del Inventario N2, su objetivo es ayudar a obtener información sobre las liberaciones de Mercurio en el país para evaluar los riesgos que comporta el Mercurio y para intervenir en consecuencia. En cuanto al procedimiento podrá modificar los factores predeterminados, mediante la utilización de sus propios datos bien documentados para una determinada actividad o sector. Además

requiere datos más detallados de la mayoría de fuentes de Mercurio, lo que permite que se introduzca manualmente más información, plasmando con más detalle las condiciones, datos precisos y específicos (información más detallada sobre las liberaciones al medio ambiente) del país.

CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES SOBRE LA GESTIÓN DEL MERCURIO

3.1 Antecedentes del Mercurio a Nivel Mundial

3.1.1 Propiedades del Mercurio y sus compuestos

El Mercurio es un elemento químico que tiene la propiedad de ser líquido a temperatura ambiente de color plateado, con otros elementos forma compuestos que tienen características fisicoquímicas especiales (Véase tabla 1 e ilustración 3). En la época romana este elemento fue conocido con el nombre de "Argentum Vivum", que significa "Plata líquida". En la Edad Media comienzan a identificarse los efectos adversos del uso de Mercurio.

Tabla 1. Propiedades del Mercurio y sus compuestos.

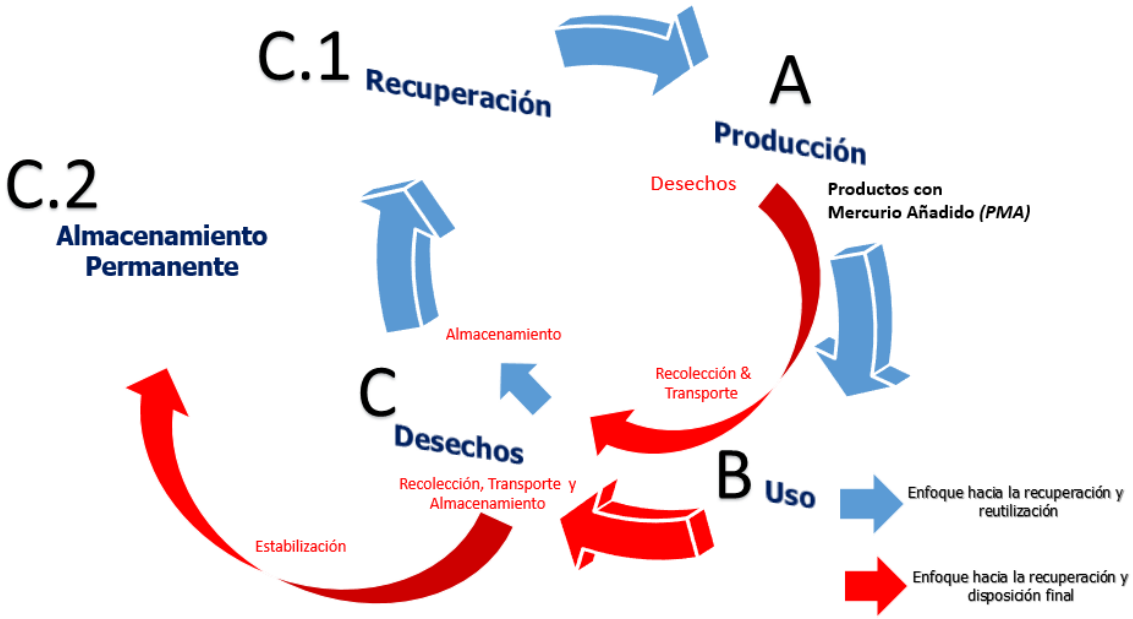
Propiedad	Mercurio Elemental	Cloruro Mercurioso	Cloruro Mercúrico	Cloruro de Metilmercurio
Fórmula empírica	Hg	Hg2Cl2	HgCl2	CH3HgCl
Peso molecular (g/mol)	200.59	472.09	271.52	251.09
Mercurio (%)	100	84.98	73.88	79.89
Cloro (%)	0	15.02	26.12	14.12
Punto de fusión (ºC)	38.87	Sublima a 400-500	277	170
Densidad (g/ml)	13.534	7.15	5.4	4.063
Solubilidad en agua (ppm)	0.056	2.0	74.070	10.16
Solubilidad en benceno (ppm)	2.387	Insoluble	5000	6535

Fuente: Jara, 2007 citado, (MAP, 2008, p. 7)

En el ciclo de vida del Mercurio existen dos enfoques: enfoque hacia la recuperación y reutilización que consiste en la (A) producción (productos con Mercurio añadido); (B) uso; (C) desechos (C.1) recuperación y el segundo enfoque hacia la recuperación y disposición final (C.2) almacenamiento permanente.

El Mercurio se libera al medio ambiente mediante fuentes y procesos naturales y como resultado de actividades humanas. Una vez que el Mercurio se introduce en el medio ambiente, circula entre el aire, suelo y agua hasta que finalmente se elimina del sistema enterrándolo en sedimentos de las profundidades de océanos a lagos, o atrapándolo entre compuestos minerales estables. El metilmercurio, la forma más tóxica y bioacumulativa de Mercurio, presenta el mayor riesgo a la salud humana y animal y se forma, principalmente, en medios acuáticos a través de procesos microbianos

Ilustración 3. **Ciclo de vida del Mercurio.**



Fuente: Rodríguez, 2017. Adaptación de Directrices Técnicas del Convenio de Basilea.

Un factor muy importante de los efectos del Mercurio en el ambiente es su capacidad para acumularse en organismos y ascender por la cadena alimentaria. Hasta cierto punto, todas las formas de Mercurio pueden llegar a acumularse. El metilmercurio se forma a partir de la metilación de Mercurio inorgánico por parte de microorganismos presentes en el suelo, en los sedimentos, en el aire o bajo el agua US EPA, 1997, citado por (PNUMA, 2005, p. 19).

Según el AMAP (1998) El termino bio-acumulación significa la acumulación neta en un organismo de metales provenientes de fuentes bióticas (otros organismos) o abióticas (suelo, aire y agua). El termino bio-magnificación significa la acumulación progresiva de ciertos metales pesados (y otras sustancias persistentes) de uno a otro nivel trófico sucesivo. Está relacionada con el coeficiente de concentración en los tejidos de un organismo depredador en comparación con el de su presa (DINAMA, 2010, p. 19).
El metilmercurio puede formarse en el medio ambiente por metabolismo microbiano (procesos bióticos), por ejemplo, por efecto de ciertas bacterias, así como por procesos químicos que no implican a organismos vivos (procesos abióticos) (UNEP, 2002, p. 2).

3.1.2 Afectaciones y repercusiones detectadas de Mercurio

En vista que los resultados obtenidos de los estudios, demuestran efectos negativos a la salud y el ambiente derivados del uso del Mercurio, El PNUMA solicita a los países fijar objetivos y adoptar medidas nacionales para la reducción del uso de Mercurio que permitan reducir los riesgos a la salud humana y el ambiente (PNUMA, 2014).

El Mercurio ha sido usado por el hombre desde tiempos remotos pero fue en la era industrial cuando comenzó un uso más intensivo y amplio del Mercurio. Esto es debido a sus propiedades químicas únicas, tiene un coeficiente de dilatación térmica constante en todo el rango de su fase liquida, lo que lo hace un líquido ideal para termómetros; tiene una elevada conductividad térmica y eléctrica (por lo cual es utilizado en dispositivos eléctricos tales como switches y relés). Además tiene la capacidad de formar amalgamas con muchos elementos, tales como Oro, Plata, Zinc, Sodio, etc., razón por la cual se lo ha usado desde hace siglos para la extracción de Oro y Plata, así como en amalgamas dentales.

En el siglo XVI, se fueron conociendo otros efectos adversos del Mercurio, y comenzó a disminuir su uso. Para el año 1557, el francés Jean Fernel fue el primero en describir los síntomas y signos del envenenamiento con Mercurio. Para ese entonces, el Mercurio era utilizado en la medicina como antidiurético. Por todas estas evidencias acumuladas, el Mercurio fue la primera sustancia en ser objeto de legislación para controlar las enfermedades que causaba (WebCT Home, 2010).

En el siglo XX, el reportero gráfico W. Eugene Smith atrajo la atención del mundo hacia la enfermedad de Minamata, denominada así en honor a la bahía Japonesa en la que se detectó el primer brote, relacionado con un vertido industrial. En 1956, año en que se detectó el brote, murieron 46 personas.

La enfermedad de Minamata es un síndrome neurológico grave y permanente causado por un envenenamiento por Mercurio. Los síntomas incluyen ataxia, alteración sensorial en manos y pies, deterioro de los sentidos de la vista y el oído, debilidad y, en casos extremos, parálisis y muerte. Al franquear la década de los 60 se habían identificado ya 111 víctimas mortales, sumadas a los más de 400 casos con problemas neurológicos graves. Madres que no presentaron ningún síntoma durante su embarazo, dieron a luz niños gravemente enfermos (PNRQ, 2008, p. 24).

En 1968, el gobierno japonés anunció oficialmente que la causa de la enfermedad era la ingestión de pescado y de marisco contaminado con Mercurio por los vertidos de la empresa petroquímica Chisso. Se calcula que entre 1932 y 1968 aquella empresa vertió a la bahía unas 81 toneladas de Mercurio. Pese a lo claro del origen de la enfermedad, las víctimas no fueron indemnizadas hasta 1996. Hasta el 2001 se habían diagnosticado en Japón 2955 casos de la enfermedad de Minamata (PNRQ, 2008, p. 25).

A lo largo del tiempo el Mercurio ha sido uno de los tóxicos mejor estudiados en relación a la salud y el ambiente, por lo que desde hace muchos años atrás se lo considera un contaminante universal. Sin embargo hay algunos vacíos sobre su ciclo de vida, manejo y liberación.

En vista de la peligrosidad de este elemento para la salud y el ambiente, las Naciones Unidas en cooperación con miembros de las Sustancias Químicas solicita que se emprenda una evaluación a nivel mundial sobre el Mercurio y sus compuestos, acción que concluyó con un reporte con información toxicológica, exposición actual al Mercurio, evaluación del riesgo para la salud humana, efectos del Mercurio en el medio ambiente, fuentes y movilización del Mercurio en el medio ambiente mundial, producción y usos actuales del Mercurio, tecnologías y prácticas de prevención y control, iniciativas para

controlar liberaciones así como limitar el uso y la exposición, datos e información faltantes y opciones para hacer frente a todo efectos (Véase tabla 2) del Mercurio a escala mundial (MAE , 2008).

Tabla 2. Afectaciones y repercusiones detectadas en Mercurio.

Forma química	Afectación	Repercusiones
Metilmercurio	Neurológica	Sistema nervioso en el desarrollo del feto y el recién nacido Funciones del cerebro como la atención, la memoria y el lenguaje
	Cáncer	Cáncer de hígado y de esófago
	Renal	Síndrome nefrítico
	Cardiovascular	Alteración en el corazón y al sistema circulatorio
	Genotóxicos	Aumento del intercambio de cromosomas (indicios)
Mercurio elemental y, compuestos inorgánicos	Neurológica	Funciones cognitivas, sensoriales, motoras y de personalidad Disfunción del sistema nervioso central Trastornos del sueño, ira, fatiga y problemas de memoria
	Renal	Ocasiona glomerulonefritis y síndrome nefrítico
	Cáncer	Cáncer de pulmón
	Aparato Respiratorio	Congestión y edema pulmonar, tos, neumonitis e insuficiencia respiratoria
	Respiratorio	Insuficiencia respiratoria
	Sistema cardiovascular	Taquicardia, elevación, de la presión sanguínea palpitaciones
	Aparato digestivo	Náuseas, vómitos, diarrea y cólicos abdominales
	Glándula tiroidea	Afecta enzimas de la tiroides
	Sistema inmunológico	Cambios en el sistema de respuesta inmunitaria
	Piel	Descamación en la piel y salpullido
	Reproducción y desarrollo	Abortos, anomalías congénitas y disminución de fertilidad en mujeres
	Genotóxicos	Inducción de micronúcleos (inducidos), aumentos significativos en la frecuencia de fragmentos acéntricos

Fuente: (PNUMA, 2005, pp. 41-53)

3.1.3 Valores de referencia de Mercurio a nivel ambiental y alimentos

Los valores de referencia de Mercurio a nivel ambiental y alimentos permisibles obtenido de las siguientes fuentes: Organización Mundial de la Salud (OMS), Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) (1996), Autoridad Sanitaria Canadiense (Health Canada) (1970), Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) Chile (1996) y Algunas Normas Oficiales Mexicanas referidas al Mercurio, así como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de referencia de Mercurio a nivel ambiental y alimentos.

Componentes	Niveles mínimo de riesgos a exposiciones de Mercurio	Fuente	Bibliografía
Agua	1 µg/L	OMS	(WHO, 2004, p. 402)
Agua de consumo	0.02 mg/L	EPA	(WHO, 2000, p. 23)
Aire	1 µg/m^3		
Pescado 1970	0,5 µg/g	Autoridad Sanitaria Canadiense (Health Canadá)	(ELIKA, 2005, p. 9)
Presente en el pescado 1996	1 µg/g	Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA)	
Pescados y mariscos	0.5 a 1.5 mg/kg (1.5 ug/g)	Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA)	(MINISTERIO-SALUD-CHILE, 1996, p. 69).
Cereales, legumbres y leguminosas	0.05 mg/kg		
Residuo peligroso	0.2 mg/L en el lixiviado	NOM-052-SEMARNAT-1993	(Pérez, 2015, p. 15).
Residuos mineros	0.2 mg/L en líquido 4 mg/kg seca	NOM-157-SEMARNAT-2009	
Emisiones a la atmósfera	0.07 mg/m^3	NOM-098-ECOL/99	
Agua potable	0.001 mg/L	NOM-127-SSA1-1994	
Remediación de suelos	Agrícola/residencial/comercial 23 mg/kg y industrial 310 mg/kg.	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	

Por su parte, la OMS (2004) hace referencia a los niveles de Mercurio que pueden encontrarse en el ambiente, siendo para aire de 2-10 ng/m^3, en agua de lluvia de 5-100 ng/l, el promedio en agua potable es de 25 ng/l, en aguas subterráneas y superficiales son inferiores a 0.5 µg/l, mientras que el promedio diario de ingesta en los alimentos oscila de 2-20 µg. Asimismo, establece algunos límites máximos para agua potable de 6 µg/l y para alimentos contaminados de 0.5 mg/kg citado por (Pérez, 2015, p. 15).

3.1.4 Valores de referencia de Mercurio en tejidos biológicos humanos

Valores de referencia de Mercurio en tejidos biológicos humanos permisibles obtenido de las siguientes fuentes: Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (2005), La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR por sus siglas en inglés), como una agencia del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU (2013), la Organización Mundial de la Salud (2003), así como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Valores de referencia de Mercurio en tejidos biológicos humanos.

Característica	Componentes	Niveles mínimo de exposiciones de Mercurio	Fuente	Bibliografía
Un nivel mínimo de riesgo estaría asociado con exposiciones	En sangre	200 µg/L	Comité JECFA	(ELIKA, 2005, p. 30).
	En pelo	50 µg/g		
Personas que por su trabajo no están en contacto con Mercurio	Sangre	10 µg/L	La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR por sus siglas en inglés)	(Chiriboga, 2015, p. 19).
	Orina	20 µg/l (<25 µg/g creatinina en orina de 24 horas		
Personas expuestas al Mercurio (viernes por la tarde)	Sangre	15 µg /L		
	Orina	35 µg/g de creatinina en orina de 24 horas		
	Lugar de trabajo	25 µg /m^3		
Ingesta tolerable y límites admisible	Concentración en agua	0.001 µg/L		
	Ingesta de agua a la semana	5 µg/kg		
	Ingesta de Metilmercurio semanal	3.3 µg/kg		
	Cabello	1 ppm o de 1.1 µg/g		
Exposición prolongada por inhalación al vapor de Mercurio	Inhalación al vapor	0.2 µg/m^3	OMS	(IPCS, 2003, p. 5).
	Ingesta por día	2 µg/kg peso corporal por día		

La vía principal de exposición al Mercurio elemental es por inhalación de sus vapores. Cerca del 80% de los vapores inhalados es absorbido por los tejidos pulmonares. Este vapor también penetra con facilidad la barrera de sangre del cerebro y su neurotoxicidad está bien documentada. La absorción intestinal de Mercurio elemental es baja. El Mercurio elemental puede oxidarse en los tejidos corporales a la forma divalente inorgánica (PNUMA, 2005, p. 17).

Se han observado trastornos neurológicos y de comportamiento en seres humanos tras inhalación de vapor de Mercurio elemental. Algunos de los síntomas son: temblores, labilidad emocional, insomnio, pérdida de la memoria, cambios en el sistema neuromuscular y dolores de cabeza. Se han observado asimismo efectos en el riñón (un cambio en las funciones fisiológicas o en la estructura de las células que puede provocar enfermedades o problemas de salud) y la tiroides (los trastornos de la glándula tiroidea se caracterizan por la imposibilidad de producir o liberar suficientes hormonas tiroideas (hipotiroidismo) o por su hiperactividad (PNUMA, 2005, p. 17).

3.2 Tratados Internacionales

Debido a las preocupaciones ambientales y de salud, el Mercurio es un producto químico peligroso de interés mundial, que se transporta a largas distancias en la atmósfera, con persistencia en el medio ambiente, provocando efectos adversos para la salud humana y el ambiente es por ello que los países preocupados con el apoyo de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente conformaron un Comité Internacional de Negociación para crear un Instrumento Jurídicamente vinculante con el objetivo de proteger la salud humana mediante la reducción de las emisiones antropogénicas de Mercurio al ambiente.
En la ciudad de Kumamoto, Japón, del 10 al 11 de Octubre de 2013, se realizó la Conferencia de Plenipotenciarios, donde se abordó el convenio de Minamata, un tratado mundial y jurídicamente vinculante que prevé controles y reducciones en una amplia gama de productos, procesos e industrias en los que se utiliza Mercurio o que lo liberan o emiten. El tratado también se ocupa de la extracción directa de Mercurio, la exportación e importación del metal y el almacenamiento del Mercurio de desecho en condiciones de seguridad (PNUMA, 2014).

Durante la Conferencia de Plenipotenciarios el Convenio fue firmado por diecisiete países de América Latina y el Caribe entre los que se encuentran: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guyana, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela y Paraguay.

Posteriormente el 24 de septiembre de 2014, se abre nuevamente para firmar el Convenio de Minamata, en un evento especial de alto nivel en la sede de Naciones Unidas en New York, Estados Unidos. Es en esta fecha cuando Honduras firma el Convenio de Minamata.

En el marco del Convenio de MINAMATA, los gobiernos han acordado que los países elaboren estrategias para reducir la cantidad de Mercurio usado por la MAPE de Oro y diseñen planes nacionales en un plazo de tres años a partir de la entrada en vigor del tratado para reducir y, en lo posible, eliminar el Mercurio. El Convenio también controlará la emisión y las liberaciones de Mercurio de plantas industriales de gran escala tales como las centrales eléctricas alimentadas con carbón, calderas industriales, incineradores de residuos e instalaciones de cemento Clinkerizado.

De conformidad con las disposiciones del Convenio de Minamata, los gobiernos han acordado prohibir la producción, importación y exportación de una variedad de productos que contienen Mercurio antes de 2020 (Véase tabla 5). Para estos artículos existen alternativas sin Mercurio que se irán incorporando gradualmente a medida que se vayan eliminando las otras (UNEP, 2013).

Tabla 5. Productos con Mercurio añadido que a partir de 2020 no estará permitida la producción, importación y exportación.

Productos con Mercurio añadido
Baterías, salvo pilas de botón de óxido de Plata con un contenido de Mercurio < 2% y pilas de botón Zinc-aire con un contenido de Mercurio < 2%.
Interruptores y relés, con excepción de puentes medidores de capacitancia y pérdida de alta precisión e interruptores y relés radio frecuencia de alta frecuencia utilizados en instrumentos de monitorización y control con un contenido máximo de Mercurio de 20 mg por puente, interruptor o relé.
Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL) para usos generales de iluminación de ≤ 30 vatios con un contenido de Mercurio superior a 5 mg por quemador de lámpara.
Lámparas Fluorescentes Lineales (LFL) para usos generales de iluminación: a) Fósforo tribanda de < 60 vatios con un contenido de Mercurio superior a 5 mg por lámpara; b) Fósforo en halofosfato de ≤ 40 vatios con un contenido de Mercurio superior a 10 mg.
Lámparas de vapor de Mercurio a alta presión (HPMV) para usos generales de iluminación
Mercurio en Lámparas Fluorescentes de Cátodo Frío y Lámparas Fluorescentes de Electrodo Externo(CCFL y EEFL) para pantallas electrónicas: a) De longitud corta (≤ 500 mm) con un contenido de Mercurio superior a 3,5 mg por lámpara; b) De longitud media (> 500 mm y ≤ 1500 mm) con un contenido de Mercurio superior a 5 mg por lámparas. c) De longitud larga (> 1500 mm) con un contenido de Mercurio superior a 13 mg por lámpara.
Cosméticos (con un contenido de Mercurio superior a 1 ppm), incluidos los jabones y las cremas para aclarar la piel, pero sin incluir los cosméticos para la zona de alrededor de los ojos que utilicen Mercurio como conservante y para los que no existan conservantes alternativos eficaces y seguros[6]
Plaguicidas, biocidas y antisépticos de uso tópico
Los siguientes aparatos de medición no electrónicos, a excepción de los aparatos de medición no electrónicos instalados en equipo de gran escala o los utilizados para mediciones de alta precisión, cuando no haya disponible ninguna alternativa adecuada sin Mercurio: a) Barómetros; b) Higrómetros; c) Manómetros; d) Termómetros; y e) Esfigmomanómetros.

Fuente: (MINAMATA, Convenio de Minamata sobre el Mercurio, 2013, p. 23)

3.3 Antecedentes del Mercurio a Nivel Nacional

3.3.1 Marco Legal Normativo

La República de Honduras en 1996 establece que la Secretaría de Salud Pública por medio del órgano correspondiente, efectuará el control y vigilancia sanitaria de las aguas y establecerá las características deseables y admisibles que deben tener. La Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (Acuerdo No. 058 del 9 de abril 1996, vigente desde el 13 de diciembre de 1996) y creadas con el objetivo de regular las descargas de aguas a los cuerpos receptores

[6] La intención es no abarcar los cosméticos, los jabones o las cremas que contienen trazas contaminantes de Mercurio.

y alcantarillado sanitario, determina que la concentración máxima permisible de Mercurio de aguas residuales en cuerpos receptores es de 0.01 mg/l (miligramos/litro).

La Norma Técnica para la calidad de Agua Potable bajo el Acuerdo No.84 de julio de 1995, entro en vigencia 4 de octubre de 1995, en donde también establece que las concentraciones máximo admisible para el parámetro de Mercurio en agua potable es de 0.001 mg/l.

En 1991 y 1999, Honduras emitió dos resoluciones a través de la Secretaría de Recursos Naturales (actualmente Secretaría de Agricultura y Ganadería) prohibiendo el registro y la comercialización de plaguicidas extremadamente tóxicos. En dichas resoluciones se prohíbe el registro y comercialización de Plaguicidas con compuestos mercuriales por tiempo indefinido (CESCCO , 2011, p. 18).

El 21 de febrero del año 2011 se publicó el Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijas, donde incluye el control de emisiones a calderas alimentadas con carbón mineral, hornos utilizados 100% combustibles fósiles, hornos utilizando mezcla de combustibles alternativos y fósiles, donde indica que el valor permisible de Mercurio es de 0.05 mg/Nm^3.

Actualmente, la importación de productos con Mercurio elemental o añadido no está controlada, regulada o fiscalizada por ninguna autoridad competente. Los productos con Mercurio y el Mercurio elemental pueden ser controlados, ya que existen leyes o reglamentos que definen la responsabilidad directamente a Secretarías de Estado amparada por la Ley General del Ambiente y el Código de Salud (CESCCO , 2011, p. 18).

3.3.2 Estudios de investigación sobre el Mercurio en Honduras

Durante los 1997 al 2001, INHGEOMIN analizó en su laboratorio un total de 447 muestras en aguas superficiales de 25 proyectos mineros localizados en diferentes áreas geográficas de Honduras, donde se detectó en seis de la muestras (1.34%) la presencia de Mercurio sobre la concentración máxima permisible de Mercurio en aguas residuales que es de 0.01 mg/L, según la Norma de descarga de Aguas Residuales, en los sitios correspondientes a la mina formal La Victoria, Talanga, Departamento de Francisco Morazán (Mercurio de 0.02 y 0.05 Partes por millón abreviado ppm) y en la Mina Agua Fría, Danlí, Departamento de El Paraíso (Mercurio de 0.02, 0.02, 0.02, 0.03 ppm) (Padilla, 2002, p. 6). Para mayor información véase anexo 1.

3.3.3 Movimiento transfronterizos de desechos con Mercurio

Una de las empresas mineras ubicada en el departamento de Francisco Morazán, realizó operaciones de explotación de Oro durante el periodo del año 2000 al 2009 obtenido como subproducto de las labores de extracción y recuperación de Oro el Mercurio (Hg). Según los datos brindados por la empresa, se realizaron dos envíos, uno de 310.30 libras distribuidas en 4 botellas con capacidad de 76 libras en el 2007; y otro de 94.6 libras distribuidas en 3 botellas en el 2009, para su disposición final, por la empresa

Bethlehem Apparatus Company, localizada en Pennsylvania, Estados Unidos. Esta compañía cuenta con la aprobación de la EPA número PAD 002390961, además de la aprobación del Bureau of Waste Management del Departamento de Recursos Ambientales del Estado de Pennsylvania (CESCCO , 2011, p. 36).

3.3.4 Situación/eliminación de dispositivos médicos con Mercurio en EdS

En el 2008, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos a través de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD/USEPA), financieramente apoyó la ejecución de un proyecto en dos hospitales públicos de la Ciudad de Tegucigalpa, a fin de sustituir equipo médico que contiene Mercurio y almacenar los mismos de forma ambientalmente segura. Este proyecto se desarrolló en conjunto con CESCCO-SERNA y la Secretearía de Salud (SESAL) a través de la Dirección General de Hospitales. El Proyecto se llamó "Proyecto Piloto de Reducción de Fuentes de Mercurio en Hospitales del Distrito Central", el cual fue realizado en el Hospital General San Felipe y el Instituto Nacional del Tórax (PLSI, 2014, p. 8).

A partir de este Proyecto Piloto en el Hospital General San Felipe y el Instituto Nacional del Tórax según informes se evaluaron las situaciones de los hospitales e identificación usos y fuentes de Mercurio en dichas instalaciones, se capacitaron los empleados de los establecimientos sobre el levantamiento de inventarios, manejo, derrames y disposición final y uno de los últimos objetivos que no se logró concretar fue el de promover el reemplazo gradual de los elementos con Mercurio que se utilizan en los hospitales[7].

3.3.5 Estudios cronológicos

A continuación se detallan las iniciativas desarrolladas recientemente que han permitido dar origen a sentar las bases de la institucionalidad y gobernabilidad de la gestión ambientalmente racional de los productos químicos en Honduras:

1. En el año 2006, CESCCO de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (SERNAM) es designado como punto oficial de contacto de los convenios de Estocolmo sobre la gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) y Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su disposición final. Asimismo, punto focal del Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a nivel Internacional (SAICM) en ese mismo año.

2. Se elaboró el Plan Nacional de Implementación (PNI) sobre la gestión de los COPs mediante la ejecución del proyecto "Asistencia al Gobierno de Honduras a cumplir con sus obligaciones bajo el Convenio de Estocolmo sobre los COPs (2006-2009)" financiado por GEF y administrado por el PNUD.

[7] http://slideplayer.es/slide/8548585/

3. Se ejecutó el Proyecto “Fortalecimiento de la Gobernabilidad Nacional para la Implementación del SAICM (2008-2009)” financiado por el Fondo de Inicio Rápido (QSP) de SAICM y bajo el acompañamiento del Instituto de las Naciones Unidas para la Investigación y Formación Profesional (UNITAR) y PNUD.

4. CESCCO-MIAMBIENTE se adhirió al Convenio de Rotterdam sobre el consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos industriales (2011), con el apoyo del Centro Regional del Convenio de Basilea.

5. CESCCO en conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) durante el año 2011 realizaron una investigación sobre el diagnóstico nacional del uso de Mercurio en Honduras, donde establecen que las mayores liberaciones y emisiones de Mercurio están asociadas a las actividades de la MAPE. Por otro lado, también se identificaron otros sectores importantes de fuentes de emisiones y liberaciones como la generación de electricidad a partir de la quema de combustibles fósiles y el sector de residuos sólidos, con énfasis en residuos especiales que se disponen en botaderos municipales y rellenos sanitarios, ya que no existen prácticas nacionales de recolección selectiva de residuos especiales, mucho menos de artículos descartados conteniendo Mercurio como lámparas, termómetros, relés, entre otros artículos.

6. En el año 2013, se desarrolló el Proyecto: “Caso Estudio para el Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales de Gestión de Productos Químicos Industriales bajo el Convenio de Róterdam” el cual fue financiado por la Secretaría Única de las Convenciones de Róterdam, Estocolmo y Basilea; este fue un proyecto de asistencia técnica para fortalecer el proceso de evaluación y gestión de los riesgos a la salud y el ambiente de productos químicos industriales, actualizándose el Perfil Nacional de Productos Químicos y se generó una evaluación administrativa y legal sobre los productos químicos.

7. Del 2013-2015, se desarrolló el proyecto: “Revisión y Actualización del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo en Honduras sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)” con el apoyo financiero del GEF y bajo la implementación y ejecución de ONUDI y CESCCO-MIAMBIENTE. Dicho Plan Nacional fue remitido oficialmente a la Secretaría del Convenio de Estocolmo en el año 2015.

8. Por otro lado y reconociendo los riesgos que tiene el Mercurio para la salud humana y el ambiente, así como sus implicaciones locales y globales, el Proyecto COPs 2 promovió conjuntamente con el PNUD y MIAMBIENTE la formulación de una propuesta de Proyecto ante el GEF denominada “Gestión Ambientalmente Racional del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro y del Sector Salud (GAR de Mercurio 2015-2019)” que respondiera a las necesidades nacionales y futuros compromisos internacionales sobre el Mercurio enmarcados en el Convenio de Minamata

(firmado por Honduras el 24 de Septiembre de 2014 en la ciudad de NY, EUA, pendiente de su entrada en vigor y ratificación).

9. Asimismo, en el año 2015, fue aprobado el Proyecto MIA/NAP Honduras (GEF/PNUMA): "Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata y el Plan de Acción Nacional para la Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE) del oro en Honduras", con el propósito de ratificar e iniciar con la implementación rápida de la convención, a través del conocimiento técnico y métodos científicos por parte de actores clave.

De lo anterior y en el marco del PNI-Estocolmo, Honduras actualmente desarrolla una segunda fase que permite cumplir con el plan establecido a través del proyecto "Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales de Gestión y Reducción de las Liberaciones de COPs en Honduras" (COPs 2/MIAMBIENTE-GEF/PNUD 2011-2016)[8], asimismo, bajo una planificación integradora se ejecutaron dos proyectos bajo la coordinación del Proyecto COPs 2 y CESCCO:

1. "Inserción de la Gestión Ambientalmente Racional de los Productos Químicos en el Plan de Nación" (SAICM 2 2012-2013) QSP-SAICM, logrando la aprobación de la Política Nacional para la Gestión Ambientalmente Racional de los Productos Químicos y la Comisión Nacional (CNG) en el año 2013.

2. "Diseño de las características clave de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) e implementación de una primera prueba piloto del RETC en Honduras" (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). (2011-2013) De dicho proyecto se priorizaron sustancias de interés nacional y se han realizado a la fecha (2016) tres reportes voluntarios al sistema por parte de los sectores sujetos de reporte.

Por otro lado y reconociendo los riesgos que tiene el Mercurio para la salud humana y el ambiente, así como sus implicaciones locales y globales, el Proyecto COPs 2 promovió conjuntamente con el PNUD y MIAMBIENTE la formulación de una propuesta de Proyecto ante el GEF denominada "Gestión Ambientalmente Racional del Mercurio y Productos Conteniendo Mercurio y sus Residuos en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala de Oro y del Sector Salud (GAR de Mercurio 2015-2019)" que respondiera a las necesidades nacionales y futuros compromisos internacionales sobre el Mercurio enmarcados en el convenio de Minamata.

[8] Para mayor información sobre el proyecto COPS 2: http://ocphn.org/

Dicho convenio fue firmado por Honduras el 24 de Septiembre de 2014 en la ciudad de NY, EUA, ratificado mediante el Decreto No. 126-2016 que aprueba en todas y cada una de sus partes el Acuerdo No. 33-DGTC, de fecha 2 de septiembre de 2015, mismo que contiene El Convenio Minamata, siendo publicado el 10 de enero de 2017, en el Diario Oficial La Gaceta.

Dicha propuesta de proyecto fue aprobada por el GEF en el año 2014, iniciando en el año 2016 su fase de ejecución a través de MIAMBIENTE / CESCCO la agencia ejecutora y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora. El proyecto dispone de cinco componentes y siete resultados a ser alcanzados al término de cuatro años de ejecución. El proyecto está orientado a fortalecer las capacidades nacionales para la gestión del Mercurio y productos y residuos con Mercurio, así como a reducir las liberaciones de Mercurio de los sectores de la salud, de ambiente y minero artesanal y a pequeña escala de oro principalmente.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DEL INVENTARIO

Describe los aspectos de carácter metodológico del trabajo de investigación, cada una de las tareas que se realizaron durante el proceso de investigación. De igual manera el enfoque, tipo de estudio, el diseño de investigación, variables, población participante, técnicas para la recolección de información y por último las técnicas para procesamiento y análisis de información.

En cuanto a las limitaciones con respecto al Instrumental en su N1, los factores de entrada y de salida se basaron en la experiencias y la información recabada en países industrializados, tratándose de ciertas fuentes de liberaciones podría no reflejar plenamente las condiciones de los países en desarrollo en los que es posible que haya liberaciones incontroladas y que exista un importante sector informal, por lo que el documento será actualizado y modificado, tanto como sea pertinente y factible, por lo tanto, está podría no reflejar completamente las condiciones en cuanto a las emisiones y liberaciones de Mercurio para Honduras.

Como se pudo constatar en los resultados obtenidos del Inventario N1, existen grandes cantidades de emisiones y liberaciones de Mercurio en el país a las diferentes matrices ambientales por lo que la situación es preocupante y además la incertidumbre que existe en algunos resultados. Este hecho llevará al verdadero reto para efectuar el Inventario detallado, N2, que consiste en identificar y ubicar las distintas fuentes de liberación, caracterizar su tecnología, prácticas de operación, medición de la tasa de actividad, factores de entradas y distribución.

En el caso de la información con respecto al año base del 2015, una de las limitantes que se tuvo durante la investigación en cuanto a la información de algunas fuentes fue: la tasa de actividad, análisis de las emisiones y liberaciones a las diferentes matrices, en tal sentido para poder superar esta limitante se recurrió a información de estudios anteriores y análisis realizados después del año base.

Según el Instrumental del PNUMA, Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015 las principales categorías son las siguientes:

1. Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía
2. Producción primaria de metal (virgen)
3. Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza
4. Uso intencional de Mercurio en procesos industriales
5. Productos de consumo con uso intencional de Mercurio
6. Otros usos intencionales en productos y procesos
7. Producción de metales reciclados (producción secundaria
8. Incineración de residuos
9. Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales
10. Crematorios y cementerios

En el contexto nacional, se tomó en cuenta 10 de las 11 categorías, debido a que en el país no existe uso intencional de Mercurio en procesos industriales.

El enfoque de investigación es de tipo cuantitativo dado que se busca la generalización de los resultados, a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede, en este sentido se buscan medidas precisas y análisis de los resultados para responder al objetivo general que es estimar las liberaciones de Mercurio en cada una de las matrices (aire, agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos), a nivel nacional.

El tipo y diseño de la investigación es no experimental transeccional de cohorte, porque se buscó recolectar datos con base al año 2015. En este caso se identificaron las fuentes de emisión y liberaciones de Mercurio en relación a su ciclo de vida a nivel nacional, cuantificación por subcategoría la tasa de actividad, factores de entrada de Mercurio y factores de distribución de salida en cada una de las matrices, se estimaran por categoría las entradas de Mercurio y sus emisiones al aire y liberaciones en cada una de las matrices (agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos) y por último la identificación de los sitios potencialmente contaminados por Mercurio que puedan representar un riesgo en función de los datos del Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015.

Para realizar la investigación se identificaron las variables a medir tales como: fuentes de liberaciones de Mercurio, cuantificación por subcategoría (tasa de actividad, factores de entrada y factores de distribución de salida), estimación por categoría (entrada de Mercurio, emisión al aire y liberaciones en las diferentes matrices (agua, suelo, producto, residuo y disposición de residuos) y sitios potencialmente contaminados por Mercurio.

El tipo de muestreo que se aplicó fue el no probabilístico por conveniencia, dado que los rubros a visitar se seleccionaron de acuerdo a los que pueden proporcionar información con respecto a la liberación de Mercurio y fuentes donde existían vacíos de información, según el Inventario N1. En total fueron diez rubros que se identificaron dentro de las cuales se identificaron 24 sitios a visitar: minas industriales, cementeras, incineradores, fundidora de metal, empresas textileras, calera industrial, minas artesanal y las UMAS o DIMA (Véase tabla 6).

Tabla 6. Sitios considerados para la obtención de información en el Inventario de Liberaciones de Mercurio en el N2, 2017.

Categorías	Fuentes identificadas	Población	Muestra seleccionada	
			Cantidad	Porcentaje
Consumo de energía	Industria textilera	3 empresa	1 empresa	33%
	Plantas térmicas privadas, generadoras de energía eléctrica	14 térmicas	1 térmicas	7%

Categorías	Fuentes identificadas	Población	Muestra seleccionada	
			Cantidad	Porcentaje
	Calera industrial	1 empresa	1 empresa	100%
Producción primarias de metales	Minas Industriales	3 minas	3 minas	100%
	Pequeñas actividades minerías y artesanales (rastras)	40 rastras	2 rastras	5%
Otros materiales de producción	Empresas cementeras	2 empresas	2 empresas	100%
Producción de reciclado de metales	Fundidoras de metal	2 empresa	1 empresa	50%
Incineración de residuos	Incineradores	4 empresa	3 empresa	75%
Disposición de residuos	UMAS, DIMA, UGA, DEMA	18 ciudades	6	33%
	Recicladoras	12 empresas	4	33%
Total		**99**	**24**	

4.1 Fuentes de información

La información secundaria con que se enriqueció esta investigación fue con: el ciclo de vida del Mercurio, afectaciones y repercusiones detectadas de Mercurio, valores de referencia de Mercurio a nivel ambiental y alimento, valores de referencia de Mercurio en tejidos biológicos humanos, marco legal normativo, estudios de investigación sobre el Mercurio en Honduras, movimiento fronterizos de desechos con Mercurio, situación o eliminación de dispositivos médicos con Mercurio, estudios cronológicos . Del mismo modo información con respecto a las tasas de actividad de cada una de las subcategorías e información de los análisis de las emisiones y liberaciones de Mercurio a las diferentes matrices obtenida con informes de fuentes fidedignas a nivel internacional y nacional en internet.

En el caso de la información primaria se obtuvo a través de las inspecciones de campo que consitió en obtener la información necesaria para la elaboración del balance de materia de su proceso productivo, con el propósito de cuantificar la entrada de Mercurio y sus liberaciones a las diferentes matrices: aire, agua, suelo, productos, residuos y disposición de residuos, a través de la herramienta del PNUMA (Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015), con el fin de obtener datos acorde a la realidad nacional.

Para el desarrollo de las inspecciones de campo se conformó un equipo de trabajo compuesto por: cuatro personas un representante de CESCCO, un representante de INHGEOMIN, un representante del Proyecto y un representante del Proyecto MIA-NAP (Véase tabla 7).

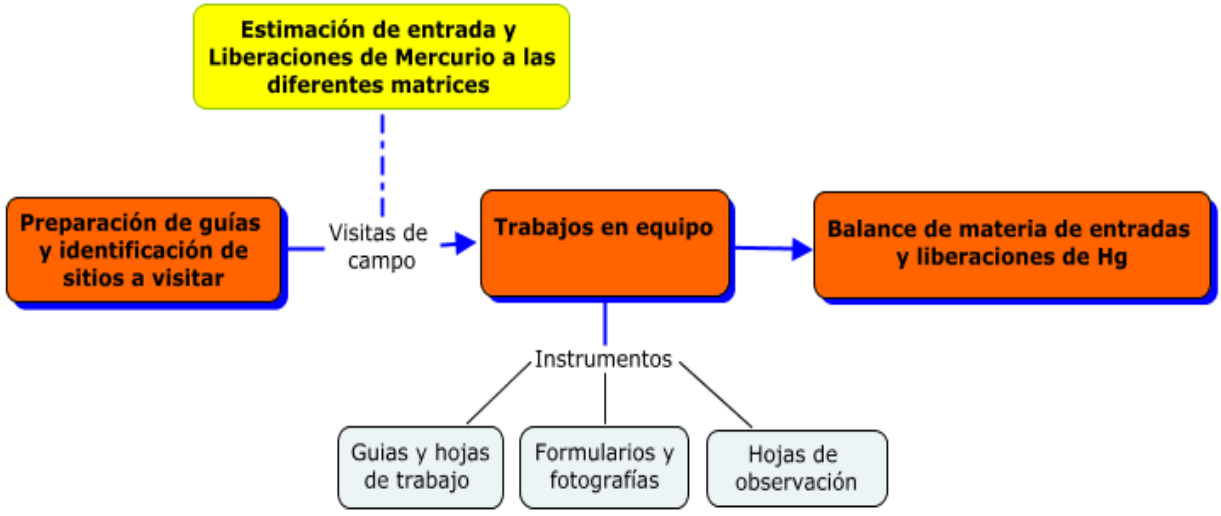
Tabla 7. Participantes en las giras de campo para la realización del Inventario N2, 2017.

Instituciones	Titular	Responsabilidad
CESCCO/MIAMBIENTE	Ing. Yaris Zavala	Responsable de llenados de formularios
INHGEOMIN	Ing. Fernando Erazo	Coordinador in-situ de las inspecciones
MIA-NAP	Ing. Leonardo Lenin Banegas	Responsable de verificación de llenados de formularios
Consultor del Inventario	Ing. José Patricio Díaz	Organización y supervisión de las giras

El programa de las inspecciones de campo, fue ejecutado en el período comprendido en el mes de abril de 2017, a través de dos giras a diferentes regiones del país (región sur, norte, occidental y central) (Veáse Anexo 2).

La información primaria se obtuvo a través las siguientes técnicas de recolección: visitas de campo, elaboración de instrumentos para la recopilación de datos de campo y la metodología para las estimaciones de las emisiones y liberaciones de Mercurio fueron: trabajo en equipo, realización del balance de materia de las entradas y liberaciones de Mercurio, donde se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de información, guías y hojas de trabajo, fotografías, hojas de observación, (Véase la ilustración 5). La evidencia de la información primaria quedó plasmada en las guías que fueron utilizadas por los equipos de trabajo, hojas de observación y fotografías.

Ilustración 4. Diagrama de técnicas y procedimiento para recolección de información.



Durante el trabajo de campo a los lugares seleccionados, los especialistas presentaron el propósito de la misma, conocieron de forma general las operaciones y procedimientos de los procesos de producción en cada uno de los sectores o industrias y recolectaron la información, es decir, llenaron las guías y hojas de trabajo debidamente, conforme a sus responsabilidades, y según ameritaba el caso, al final se incluyeron observaciones que podrían servir para el análisis de datos de las liberaciones de Mercurio.

El equipo de trabajo sistematizó la información recibida en los formularios y guías posteriormente fueron firmados y sellados por los representantes legales de las empresas, donde declaran que la veracidad de la información presentada es responsabilidad de la gerencia de las empresas.

4.2 Estimación de las liberaciones de Mercurio

La realización del Inventario N2, se utilizó como herramienta el "Instrumental para la Identificacion y Cuantificacion de Liberaciones de Mercurio", Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015 en idioma inglés, con el propósito de obtener datos acorde a la realidad nacional con base 2015.

El Toolkit N2, pretende ayudar a los paises a que identifiquen las principales fuentes de liberacion de Mercurio y que estimen o cuantifiquen dichas liberaciones a cada una de las vias consideradas: aire, agua, suelo, productos, residuos y sisposición de residuos.

Se solicitó a las empresas no solo datos de actividad sino, en la medida que estaban disponibles, resultados de mediciones de Mercurio tanto en la materia prima que potencialmente podia tener Mercurio (Ejemplo: Yeso, puzolana) como en las salidas del proceso: producto, sub-productos, efluentes liquidos, emisiones atmosfericas y residuos solidos. De esta manera se pretendió ajustar tanto el factor de entrada como los factores de distribucion a la realidad concreta del pais.

En esta sección se hace una clasificación adicional de las principales categorías de fuentes en subcategorías para identificar asi las actividades y fuentes de liberaciones de Mercurio presentes en el pais. Además se muestra la metodología para la estimación de la tasa de actividad, luego el cálculo de los factores de entrada, distribución y por último se menciona, como se manejará la incertidumbre de algunos datos.

4.3 Presentación de la estimación de la tasa de actividad

La aproximación de la tasa de actividad[9] para cada una de las subcategorías propuestas por el Instrumental Toolkit N2, fueron utilizados los siguientes criterios:

(a) Se determinó Tasa de Actividad Mejor Aproximada (MAP) mediante el uso de fuentes documentales. Cuando existieron dos o más fuentes de información, la tasa de actividad fue comparada y el valor utilizado en la estimación puede haber consistido del promedio de dos o más datos, o del dato con mejor sustento documental y congruencia. En algunos casos, la tasa de actividad total de un conjunto de establecimientos pertenecientes a un tipo de fuente fue la suma de sus respectivas tasas de

[9] La tasa de actividad en algunos casos se realizó aproximaciones en función a información obtenida, por lo que para cada estimación se realizan aclaraciones detalladas.

actividades, y en aquellos casos en que se poseían datos del sector en general y datos de establecimientos específicos, la diferencia total fue ajustada.

(b) Se determinó la Actividad Mínima (MIN) y Máxima (MAX), como un determinado porcentaje de desviación sobre el valor de MAP (por ejemplo, ±5, ± 10%, ±30 % o ± 50%). Este porcentaje fue variado en función al tipo de fuente documental, al tipo de fuente emisora (por ejemplo, mayor error en fuentes difusas que en fijas), y en aquellos casos en que se contará con dos o más fuentes de información, este porcentaje de variación podía depender de la dispersión que estos datos mostraran.

(c) En aquellos casos en que se contará con algún documento que incluyera la tasa de actividad de una fuente correspondiente a un año anterior o posterior al 2015, esta tasa de actividad se actualizó al 2015 utilizando un incremento o decremento proporcional al cambio de población o producción durante estos años, o a una tendencia de cambio anual prescrita por datos de la misma fuente a través de varios años.

4.4 Factores de entrada y distribución

Los factores utilizados para la cuantificación de las liberaciones de éste Inventario N2, son los denominados factores predeterminados incluidos en el Instrumental Normalizado del PNUMA. En aquellos casos en los que el instrumental no presenta factores, las liberaciones de esas fuentes no han sido incluidas en el Inventario, salvo algún caso en el que la liberación pudiese estimarse directamente de los datos de actividad de la fuente.

La selección de un factor específico se realizó considerando, en la medida de lo posible, las realidades tecnológicas de cada fuente, así como las prácticas conocidas para una actividad determinada. En algunos casos, se realizaron suposiciones en función a las características de los ordenamientos jurídicos que regulan a una fuente. Por ejemplo, cuando una fuente posee límites de emisión laxos o simplemente no existen, el factor de emisión seleccionado puede haber sido para tecnologías sin control de emisiones.

Para cada estimación se realizan aclaraciones detalladas sobre cada una de las suposiciones tomadas. Cabe mencionar que la selección de factores en función a información sólida, completa y objetiva, sobre una fuente, actividad específica, brinda una incertidumbre menor a la estimación de las liberaciones de Mercurio, en comparación con aquella que se obtiene cuando los factores provienen de suposiciones con menor sustento.

La liberación de Mercurio fue estimada para 6 distintas matrices (aire, agua, suelo, productos, residuos y disposición de residuos) en función a la disponibilidad de factores en entrada, distribución propios para el tipo de fuente, procesos, tecnología o actividad, de manera que la sumatoria de las liberaciones a cada matriz brinda el total de liberación de una subcategoría, utilizando la fórmula 2.

Fórmula 2: Emisiones y liberaciones de Mercurio estimadas a las diferentes matrices (kg Hg/año.

Liberación de Hg a la vía X

$$= \text{Tasa de actividad } \left({}^{\text{t}}/_{\text{a}}\right) * \text{factor de entrada } \left({}^{\text{g Hg}}/_{\text{t}}\right) * \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}$$
$$* \text{factor de distribución a la vía X} = \text{kg Hg/año}$$

Tasa de actividad: Es un parámetro que describe el volumen de actividad en la subcategoría en cuestión por unidad de tiempo (por ejemplo, toneladas o piezas por año).

Factor de entrada: para las subcategorías con sólo una etapa de ciclo de vida (como la combustión de carbón) el factor de entrada es el contenido de Mercurio (por ejemplo, en gramos de Mercurio) por unidad de materia prima procesada. Para las subcategorías con más de una etapa en el ciclo de vida (como la producción de pilas), el factor de entrada se define etapa por etapa. Por ejemplo, el factor de entrada para la etapa de la producción es el monto del Mercurio liberado por tonelada métrica de pilas producidas o producto manufacturado (por ejemplo, tonelada métrica o pieza).

Factores de distribución de las emisiones: es la fracción o parte (sin unidades) de la entrada de Mercurio que se libera a través de una vía en particular (aire, agua, suelo, productos, residuos generales y tratamiento o disposición específica).

Para el caso de productos de consumo, los cálculos se realizaron aplicando la fórmula 3.

Fórmula 2: Productos de consumo por año.

$$Consumo\ por\ año = producción + importación - exportaciones\ (por\ año)$$

Definición de consumo: Es importante notar que el "consumo" de un producto o material por año en un país o región, donde la producción, las importaciones y las exportaciones anuales se refieren al mismo país o región.

Si bien las liberaciones se dividen en forma estándar a las diferentes matrices: aire, agua, suelo productos (contienen Mercurio intencionalmente o como impureza), residuos y disposición de residuos (que conllevan un tratamiento específico). En la tabla 8 se presenta una descripción más detallada.

Tabla 8. Descripción de las diferentes matrices de las emisiones y liberación de Mercurio.

Matrices	Descripción
Entradas de kg Hg estimadas al año	Cantidad de Mercurio que ingresa a la categoría de fuente con las materias primas.
Aire – atmósfera	Fuentes puntuales y difusas desde las cuales se extiende el Mercurio de manera local, regional y hemisférica/mundial con las masas de aire como: las emisiones de las principales fuentes puntuales, como las centrales de energía, la fundición de

Matrices	Descripción
	metales, la incineración de residuos, la cremación, particularmente debido amalgamas dentales, fuentes difusas como la extracción artesanal de Oro o quema informal de residuos que contengan lámparas fluorescentes, baterías, evaporación de mercurio dispuesto en rellenos sanitarios.
Agua-medio acuático	Fuentes puntuales y difusas desde las cuales se extiende el Mercurio hasta los medios marinos (océanos) y las aguas dulces (ríos, lagos, etc.) como: descargas directas de las industrias y las viviendas a los medios acuáticos; escorrentía superficial y en forma de lixiviados a partir de suelos y rellenos, sanitarios contaminados con Mercurio sin membrana de recolección de lixiviado y sistema de limpieza de agua en forma de lixiviados.
Suelo-medio terrestres	Superficies y suelos en general, desde donde llega al agua subterránea como: liberaciones difusas de productos desechados no recogidos (pilas, termómetros, interruptores de Mercurio, dientes con amalgamas, etc.); liberaciones locales de las industrias (materiales de obra y almacenaje de residuos); vertido de lodos cloacales con contenido de Mercurio en tierras agrícolas (fertilizante); aplicación de pesticidas con compuestos de Mercurio en los suelos, las semillas o las plantas.
Productos	Productos que contienen Mercurio, en forma deliberada o involuntaria, porque el Mercurio es una impureza en materiales como: uso deliberado en productos, pesticidas, etc.; ácido sulfúrico a partir de la desulfuración de los gases de salida (depuración de gases de salida) en plantas de metales no ferrosos.
Residuos	Residuos domésticos e institucionales comunes (la mayor parte de los residuos que genera la población) sometidos a tratamiento general, como la incineración o disposición vigilada como: productos de consumo con contenido deliberado de Mercurio, como pilas, termómetros, dientes humanos con amalgamas, dispositivos electrónicos con interruptores de acero, luces fluorescentes, etc. que no fueron separados/tratados con sistemas especiales, residuos normales de gran volumen con rastros menores de Mercurio.
Disposición de residuos	Residuos industriales y post-consumo que se reúnen y tratan por separado: residuos industriales peligrosos con alto contenido de Mercurio, por lo general debido al uso deliberado del metal, que se almacenan en sitios específicos; residuos post-consumo peligrosos con contenido de Mercurio, básicamente pilas separadas, termómetros, interruptores de Mercurio, dientes con amalgamas, etc.

Los criterios utilizados para determinar el intervalo en el que un factor de entrada, pueden encontrarse fueron los siguientes:

(a) Se determinó el Factor de entrada Mejor Aproximado (MAP) como aquel que mejor se consideró en función al conocimiento de una fuente específica, su tecnología, sistema de control de emisiones, prácticas de operación, o cualquier otro parámetro que pudiese ser plenamente identificado y estuviese tipificado en el Instrumental Normalizado del PNUMA. Cuando el instrumental presentaba un intervalo de factores, y no un valor único, el MAP fue estimado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo, utilizando la siguiente fórmula 4:

Fórmula 3: Factor mejor aproximado.

$$F_{Map} = e^{\left[ln(F_{Min}) + \frac{\ln(FMax) - \ln(FMin)}{2}\right]}$$

Donde:

$$F_{Map}: Factor\ Merjor\ Aproximado$$
$$F_{Min}: Factor\ Minimo\ en\ el\ Intervalo$$
$$F_{Max}: Factor\ Máximo\ en\ el\ Intervalo$$

Por ejemplo, si el instrumental indica un intervalo de factores de entrada de la extracción de Oro y tratamiento inicial por otro método a la amalgamación de Mercurio $1 \leq x \leq 30$ gramos de Mercurio emitidos por toneladas métricas de producto, el factor de entrada utilizado como mínimo F_{Min} es 1, como F_{Max} es 30 y el factor mejor aproximado seria:

$$F_{Map} = e^{\left[ln(1) + \frac{\ln(30) - \ln(1)}{2}\right]}$$

$$F_{Map} = 6\ gHg/t$$

(b) Se determinó el Factor de Entrada Mínimo (MIN) como aquel valor que el Instrumental Normalizado del PNUMA indicara para tecnologías o prácticas de mayor liberación que no fueran propiamente las identificadas en el país, pero que su presencia pudiera llegar a existir. Cuando el Instrumental no mostraba este desglose de factores de entrada, el valor MIN fue considerado estimándolo como la tercera parte del valor de MAP (factor de 1/3), basándose en la incertidumbre experimental normalmente atribuible a una medición de Mercurio, así como a su representatividad de la fuente o sector en general. Cuando el Instrumental indica un intervalo, se adoptó como MIN el valor menor del intervalo.

(c) Se determinó el Factor de Entrada Máximo (FMAX o MAX) como aquel valor que el Instrumental Normalizado del PNUMA indicara para tecnologías o prácticas de menor liberación que no fueran propiamente las identificadas en el país, pero que su presencia pudiera llegar a existir. Cuando el Instrumental no mostraba este desglose de factores de emisión, el valor MAX fue considerado estimándolo como tres veces el valor del MAP (factor de 3), basándose en la incertidumbre experimental normalmente atribuible a una medición de Mercurio, así como a su representatividad de la fuente o sector en general. Cuando el Instrumental indica un intervalo, se adoptó como MAX el valor mayor del intervalo.

Para los factores de distribución de las entradas de Mercurio en las distintas matrices no se consideraron intervalos de incertidumbre, ya que únicamente inciden sobre la forma en que las emisiones y liberaciones se distribuyen entre las mismas, además de que no se tiene un rango de distribución mínimo y máximo por matriz, sino un único valor. Estos factores sí pueden tener

incertidumbre sobre el verdadero camino que toma el Mercurio para ser liberado por la fuente entre alguna de las seis matrices, pero no incide sobre la liberación de Mercurio total.

En relación a lo anterior en la tabla 9 se presentan en cada una de las subcategorías los intervalos del factor de entrada y los factores de Entrada Mejor Aproximada (F_{MAP}), que se obtuvieron de datos nacionales y del PNUMA.

Tabla 9. Fuentes y factores de entrada por cada una de las subcategorías obtenidas de los datos nacionales y del PNUMA.

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Intervalo del factor de entrada	Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP})	Unidades	Valores obtenidos
5.1	**Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía**					
	5.1.2	Otros usos del carbón	$0.05 \leq x \leq 0.5$	0.16	g Hg/t carbón consumido	PNUMA
	5.1.3	Extracción, refinación y uso de petróleo				
		• Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker)	$10 \leq x \leq 100$	31.62	mg Hg/t combustible consumido	PNUMA
		• Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos	$1 \leq x \leq 10$	3.16	mg Hg/t combustible consumido	PNUMA
	5.1.6	Energía obtenida por la quema de biomasa	$0.007 \leq x \leq 0.07$	0.02	g Hg/t de biomasa consumida	PNUMA
5.2	**Producción primaria de metal (virgen)**					
	5.2.2	Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio	$1.7 \leq x \leq 8$	5.00	kg Hg/kg de Oro producido	Nacional
	5.2.3	Extracción y procesamiento inicial de Plomo y Zinc	0.00	0.00	g Hg/t de concentrado usada	Nacional
	5.2.6	Extracción de Oro, Plata y procesamiento inicial por métodos distintos que	$0.0024 \leq x \leq 3.0071$	0.0071	g Hg/t de mena usada	Nacional

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Intervalo del factor de entrada	Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP})	Unidades	Valores obtenidos
		amalgamamiento con Mercurio				
5.3	**Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza**					
	5.3.1	Producción de cemento	$0.023 \leq x \leq 3.069$	0.069	g Hg/t de cemento producida	Nacional
	5.3.3	Producción de cal y conglomerados livianos	$\mathbf{0.007 \leq x \leq 0.07}$	0.02	g Hg/t de cal producida	Nacional
5.5	**Productos de consumo con uso intencional de Mercurio**					
	5.5.1	Termómetros con Mercurio				
		• Termómetros médicos	$\mathbf{0.5 \leq x \leq 6}$	1.73	g Hg por unidad	Nacional
		• Termómetro ambientales	$\mathbf{8 \leq x \leq 10}$	8.9	g Hg por unidad	Nacional
	5.5.2	Interruptores eléctricos y relés con Mercurio	$\mathbf{0.02 \leq x \leq 0.25}$	0.07	g Hg/por habitante	PNUMA
	5.5.3	Fuentes de luz con Mercurio				
		• Tubos fluorescentes de doble extremo	$10 \leq x \leq 40$	20	mg Hg por unidad	PNUMA
		• Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL de un solo extremo	$5 \leq x \leq 15$	8.66	mg Hg por unidad	PNUMA
		• Vapor de mercurio de alta presión	$10 \leq x \leq 33$	30	mg Hg por unidad	PNUMA
		• Lámparas de sodio de alta presión	$10 \leq x \leq 30$	17.32	mg Hg por unidad	PNUMA
		• Lámparas de halogenuros metálicos	$8.33 \leq x \leq 28$	25	mg Hg por unidad	PNUMA
	5.5.4	Baterías con Mercurio				

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Intervalo del factor de entrada	Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP})	Unidades	Valores obtendidos
		• Celdas de Botón de Zinc-Aire	$4 \leq x \leq 15$	12	kg Hg/ t baterías	PNUMA
		• Celdas Alcalinas de Botón	$1.67 \leq x \leq 8$	5	kg Hg/ t baterías	PNUMA
		• Celdas de Botón de Óxido de Plata	$1.33 \leq x \leq 7$	4	kg Hg/ t baterías	PNUMA
		• Alcalinas, de formas distintas a las de Celda de Botón	$0.08 \leq x \leq 3.25$	0.25	kg Hg/ t baterías	PNUMA
5.6	**Otros usos intencionales en productos y procesos**					
	5.6.1	Amalgamas dentales de Mercurio	$0.05 \leq x \leq 0.2$	0.1	g Hg/por habitante	PNUMA
5.7	**Producción de metales reciclados (producción secundaria)**					
	5.7.2	Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	$0.2 \leq x \leq 2$	0.63	g Hg/por vehículo	PNUMA
5.8	**Incineración de residuos**					
	5.8.2	Incineración de residuos peligrosos	$8 \leq x \leq 40$	17.9	g Hg/t incinerada	PNUMA
	5.8.3	Incineración de residuos hospitalarios	$8 \leq x \leq 40$	17.9	g Hg/t incinerada	PNUMA
	5.8.5	Quema informal de residuos	$1 \leq x \leq 10$	3.16	g Hg/t quemada	PNUMA
5.9	**Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales**					
	5.9.1	Rellenos sanitarios/depósitos controlados	$1 \leq x \leq 10$	3.16	g Hg/t depositada	PNUMA
	5.9.4	Vertederos informales de residuos	$1 \leq x \leq 10$	3.16	g Hg/t depositada	PNUMA
	5.9.5	Sistemas/tratamiento de aguas residuales				
		• Sólo tratamiento mecánico	$0.5 \leq x \leq 10$	2.24	mg Hg/por m^3 tratado	PNUMA

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Intervalo del factor de entrada	Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP})	Unidades	Valores obtendidos
		• Tratamiento mecánico y biológico				
5.10	**Crematorios y cementerios**					
	5.10.1	Crematorios/cremaciones	$1 \leq x \leq 4$	2	g Hg/por cuerpo cremado	PNUMA
	5.10.2	Cementerios	$1 \leq x \leq 4$	2	g Hg/por cuerpo enterrado	PNUMA

4.4.1 Incertidumbre

Las estimaciones de la incertidumbre son un elemento esencial de un Inventario de emisiones completo. La información sobre la incertidumbre no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones de Inventarios, sino a ayudar a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los Inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de medidas de reducción y eliminación de las liberaciones.

Debido que algunos datos estimados presentados en el Inventario, se realizó una estimación de esta incertidumbre con fines a evaluar la sensibilidad del resultado total en función a cada fuente considerada.

En este Inventario existe incertidumbre para algunos datos aproximados, estas estimaciones obedecen a las siguientes razones:

- Incertidumbres que resultan de las definiciones (por ejemplo, significado incompleto o poco claro, o definición incorrecta de una liberación);
- Incertidumbres generadas por la variabilidad natural del proceso o fuente que produce una liberación;
- Incertidumbres que resultan de la evaluación del proceso o la cantidad; dependiendo del método que se use, ya sea por: (1) la medición; (2) una descripción incompleta de los datos de referencia; (3) el dictamen de expertos, y (4) falta de información.

Para las fuentes por considerar, el límite inferior y superior del intervalo de incertidumbre fueron calculados con las fórmulas 5:

Fórmula 4: Cálculo de incertidumbre de las emisiones y liberaciones de Mercurio.

$$LIMITE_{Inferior} = e^{\left[ln(A_{Map} X\, F_{Map}) - \frac{\ln(A_{Max}\, X\, F_{Max}) - \ln(A_{Min}\, X\, F_{Min})}{\sqrt{12}}\right]}$$

$$LIMITE_{Inferior} = e^{\left[ln(A_{Map} X\, F_{Map}) + \frac{\ln(A_{Max}\, X\, F_{Max}) - \ln(A_{Min}\, X\, F_{Min})}{\sqrt{12}}\right]}$$

Donde:

$$LIMITE_{Inferior}: Límite\ inferior\ del\ intervalo\ de\ incertidumbre$$
$$LIMITE_{Superior}: Límite\ inferior\ del\ intervalo\ de\ incertidumbre$$
$$A_{Map}: Actividad\ de\ la\ fuente\ mejor\ aproximada$$
$$A_{Min}: Actividad\ de\ la\ fuente\ mínima$$
$$A_{Max}: Actividad\ de\ la\ fuente\ máximo$$
$$F_{Map}: Factor\ merjor\ aproximado$$
$$F_{Min}: Factor\ minimo\ en\ el\ intervalo$$
$$F_{Man}: Factor\ máximo\ en\ el\ intervalo$$

Cada estimación fue distribuida en territorio a nivel nacional con el fin de generar información suficiente sobre la mayor identificación y cuantificación de la cantidad de liberaciones de Mercurio. La distribución geográfica se efectuó en algunos casos identificando las fuentes fijas (industria) específicas por departamento, y en otros casos, especialmente para fuentes difusas, asumiendo que la distribución atiende a la dispersión de la población en el país.

4.5 Presentación del Inventario

La presentación del Inventario consistió en la compilación del Inventario normalizado de Mercurio a partir de los resultados obtenidos. La presentación de los datos del Inventario revistió una importancia crucial y debiendo también estar armonizada para dar cabida a comparaciones significativas entre países. El Instrumental contiene un formato de presentación normalizado a fin de asegurar la consideración de todas las fuentes (aun cuando no sea posible cuantificarlas), la evidencia de vacíos de datos, transparencia y posibilidad de comparar los Inventarios.

El segundo paso consiste en la identificación de procesos o subcategorías dentro de cada una de las categorías principales. Cada una de las once principales categorías de fuentes está dividida en una serie de subcategorías descritas más adelante. Aquí se realiza una investigación para establecer la presencia o ausencia de cada actividad listada en cada subcategoría, señalándose la inexistencia en el debido caso. También se evalúa el enfoque de la fuente, es decir si proviene de una fuente puntual, claramente definida con una ubicación geográfica específica, o si las liberaciones no se limitan a una fuente puntual, se trata de un enfoque general.

CAPÍTULO 5: CUANTIFICACIÓN DE LAS LIBERACIONES DE MERCURIO Y EVALUACIÓN DE SU INCERTIDUMBRE

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante las inspecciones de campo y la información recopilada a través de las diferentes organizaciones e instituciones, donde se establece la presencia o ausencia de la tasa de actividad listada en cada subcategoría, señalando la inexistencia en el debido caso. Las once principales categorías están divididas en una serie de subcategorías, para cada una se determinó la Actividad Mejor Aproximada (MAP) mediante el uso de fuentes documentales, cálculos de los factores de entradas y distribución acordes a la realidad nacional y el cálculo de la incertidumbre.

De las fuentes identificadas como posibles liberadoras de Mercurio se visitaron 58 para el Inventario N1 y para el Inventario N2, se visitaron 24 de las 58 fuentes identificadas como posibles liberadoras de Mercurio en el Inventario N1. Para cada fuente se elaboró el balance de materia del Mercurio en su proceso productivo en un 24% (6 de 24 empresas) y el otro 76% complementaron vacios de información con respecto a Inventario N1, a partir de esto fue posible cuantificar la entrada de Mercurio y sus liberaciones a las diferentes matrices: aire, agua, suelo, productos, residuos y disposición final, a través de la herramienta del PNUMA (Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015) (Véase tabla 10).

Tabla 10. Fuentes inspeccionadas por el equipo de trabajo para la realización del Inventarios N1 y N2.

Categorías	Fuentes identificadas	Fuentes inspeccionadas	
		Inventario N1	Inventario N2
Consumo de energía	Empresas textileras que cogeneran energía eléctrica	1 empresa	1 empresa
	Plantas térmicas públicas, generadoras de energía eléctrica	3 térmicas	-
	Plantas térmicas privadas, generadoras de energía eléctrica	8 térmicas	1 térmicas
	Plantas extractoras de aceite de palma	13 empresas	-
	Ingenios azucareros	4 ingenios	-
	Horno artesanales de cal	6 hornos	-
	Ladrilleras y tejeras artesanales	6 hornos	-
Producción primarias de metales	Minas Industriales	3 minas	3 minas
	Pequeñas actividades minerías y artesanales (rastras)	6 rastras	2 rastras
Producción de otros minerales	Empresas cementeras	2 empresas	2 empresas
	Calera industrial	1 empresa	1 empresa

Producción de productos con contenido de Mercurio	Industria productora de productos de belleza	1 empresa	-
Producción de reciclado de metales	Fundidora de metal	1 empresa	1 empresa
Incineración de residuos	Incineradores[10]	1 empresa	3 empresas
Uso y disposición de productos con contenido de Mercurio	Hospitales nacionales públicos	1 hospital	-
Crematorios y cementerios	Crematorio	1 empresa	-
Disposición de residuos	UMAS, DIMA, UGA, DEMA	-	6 Unidades
	Recicladoras	-	4 empresas
Total		**58**	**24**

La tabla 11 muestra las fuentes de liberación de Mercurio identificadas solo como presentes o ausentes en el país y el Enfoque Puntual (EP) o Enfoque General (EG). Sólo tipos de fuentes identificadas positivamente como presente se incluyen en la evaluación cuantitativa.

Tabla 11. Categorías de las fuentes identificadas.

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Existen (S, N, ?)	Enfoque
5.1		**Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía**		
	5.1.1	Combustión de carbón en grandes centrales de energía	N	N/A
	5.1.2	Otros usos del carbón	S	EG
	5.1.3	Extracción, refinación y uso de petróleo	S	FG
	5.1.4	Extracción, refinación y uso de gas natural	N	N/A
	5.1.5	Extracción y uso de otros combustibles fósiles	N	N/A
	5.1.6	Energía obtenida por la quema de biomasa	S	EG
	5.1.7	Producción de energía geotérmica	N	N/A
5.2		**Producción primaria de metal (virgen)**		
	5.2.1	Extracción y procesamiento inicial de Mercurio (primario)	N	N/A
	5.2.2	Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio	S	EG
	5.2.3	Extracción y procesamiento inicial de Plomo	S	FP
	5.2.4	Extracción de Cobre y procesamiento inicial	N	N/A
	2.2.5	Extracción de Zinc y procesamiento inicial	S	FP

[10] Son quemadores en condiciones no controladas.

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Existen (S, N, ?)	Enfoque
	5.2.6	Extracción de Oro, Plata y procesamiento inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio	S	FP
	5.2.7	Extracción de Aluminio y procesamiento inicial	N	N/A
	5.2.8	Extracción y procesamiento de otros metales no ferrosos	N	N/A
	5.2.9	Producción primaria de metales ferrosos	N	N/A
5.3		**Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza**		
	5.3.1	Producción de cemento	S	FP
	5.3.2	Producción de pulpa y papel	N	N/A
	5.3.3	Producción de cal y conglomerados livianos	S	FP
	5.3.4	Otros minerales y materiales	N	N/A
5.4		**Uso intencional de Mercurio en procesos industriales**		
	5.4.1	Producción de cloro-álcali con tecnología de Mercurio	N	N/A
	5.4.2	Producción de VCM (Monómero de Cloruro de Vinilo) con catalizador de Mercurio	N	N/A
	5.4.3	Producción de acetaldehído con catalizador de Mercurio	N	N/A
	5.4.4	Otras formas de producción de químicos y polímeros con compuesto de Mercurio como catalizadores	N	N/A
5.5		**Productos de consumo con uso intencional de Mercurio**		
	5.5.1	Termómetros con Mercurio	S	EG
	5.5.2	Interruptores eléctricos y relés con Mercurio	S	EG
	5.5.3	Fuentes de luz con Mercurio	S	EG
	5.5.4	Baterías con Mercurio	S	EG
	5.5.5	Poliuretano con uso de catalizador con Mercurio	**?**	EG
	5.5.6	Biocidas y pesticidas con Mercurio	**?**	EG
	5.5.7	Pinturas con Mercurio	N	N/A
	5.5.8	Productos cosméticos y relacionados con Mercurio	**?**	EG
5.6		**Otros usos intencionales en productos y procesos**		
	5.6.1	Amalgamas dentales de Mercurio	S	EG
	5.6.2	Manómetro y esfigmomanómetros	S	EG
	5.6.3	Químicos y equipo de laboratorio	S	EG
	5.6.4	Uso del metal Mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional	N	N/A
	5.6.5	Uso de productos misceláneos, usos de metal Mercurio y otras fuentes	S	EG
5.7		**Producción de metales reciclados (producción secundaria)**		
	5.7.1	Producción de Mercurio reciclado-Producción secundaria	N	N/A
	5.7.2	Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	S	FP

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Existen (S, N, ?)	Enfoque
	5.7.3	Producción de otros metales reciclados	N	N/A
5.8		**Incineración de residuos**		
	5.8.1	Incineración de residuos municipales o generales	N	N/A
	5.8.2	Incineración de residuos peligrosos	S	FP
	5.8.3	Incineración de residuos hospitalarios	S	FP
	5.8.4	Incineración de lodos cloacales	N	N/A
	5.8.5	Quema informal de residuos	S	EG
5.9		**Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales**		
	5.9.1	Rellenos sanitarios/depósitos controlados	S	EG
	5.9.2	Disposición difusa con cierto grado de control	S	EG
	5.9.3	Disposición local informal de residuos de la producción industrial	S	EG
	5.9.4	Vertederos informales de residuos	S	EG
	5.9.5	Sistemas/tratamiento de aguas residuales	S	EG
5.10		**Crematorios y cementerios**		
	5.10.1	Crematorios/cremaciones	S	EG
	5.10.2	Cementerios	S	EG
FP : Fuente puntual por enfoque de fuente puntual EG : Enfoque nacional/general N/A: No aplica				

5.1 Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía

5.1.1 Combustión de carbón en grandes centrales de energía

Para el año 2015 no existían operaban en el país centrales de energía con capacidad superior de generación 300 MW.

5.1.2 Otros usos del carbón

En esta subcategoría abarca la combustión del carbón que incluyen plantas de combustión con capacidad térmica típicamente menor a 300 MW, incluyendo equipo de combustión industrial. En las fuentes que se visitaron las termoeléctricas privadas y textileras consumieron la cantidad de 27 140 t/ año de carbón bituminoso (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 49), utilizado para la generación de energía, dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2.

Con respecto al factor de entrada como no se dispone de datos nacionales se consideró el intervalo propuesto por el PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015, $0.05 \leq x \leq 0.5$ g Hg/t Factor de Entrada

Mejor Aproximado (F_{MAP}), este fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo, dando como resultado 0.16 g Hg/t, dato que se digitalizó en el Toolkit N2 (Véase tabla 12).

Tabla 12. Caracterización de fuentes**,** tasa de actividad, cantidad de Mercurio por tonelada de carbón quemada **–** Combustión de carbón en plantas con una capacidad menor a 300MW.

Nombre de la Fuente	Sistema de reducción emisiones	Tasa de actividad de carbón t/año	Tasa actividad mejor aproximada t/año **a)**			Factor de entrada 0.05-0.5 g Hg/t **b)**		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Termoeléctrica privada 1	Precipitador electrostático	19 726.25	27 140	25 783	28 497	0.16	0.05	0.5
Termoeléctrica privada 2	Precipitador electrostático	7 340.00						
Textilera 1	Precipitador electrostático	73.14						
Total t/año		**27 139.39**						

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como T_{MAP}, se consideró el consumo real declarado por cada una de las empresas de los diferentes rubros durante entrevista. Los valores de TMIN y TMAX fueron asignados como ± 5%.

b) El FMIN y FMAX obtenidas tomados del Instrumental del PNUMA Toolkit N2, Versión 1.3 noviembre 2015 y F_{MAP}, calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Según el Instrumental Normalizado del PNUMA, los factores de distribución de salidas de Mercurio a partir del uso de carbón para la generación de energía varían de acuerdo al control de emisiones. Las tres industrias que utilizan carbón para la generación de energía tienen instalado Precipitadores Electrostáticos (ESP por sus siglas en inglés), según el instrumental la liberación se produce a las siguientes matrices: 95% al aire y 5% disposición de residuos (Véase tabla 13).

Tabla 13. Liberación de Mercurio en el año 2015– Combustión de carbón en plantas menos de 300MW.

Sistema de reducción de emisiones	Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
Precipitador Electrostático	4	4.13	-	-	-	-	0.22	4.35	2.17	8.69

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA indica el porcentaje de distribución.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.1.3 Extracción, refinación y uso de petróleo

En esta sección se incluyen las actividades de extracción y refinación de petróleo crudo, así como la combustión de sus combustibles derivados para la generación de energía eléctrica, procesos térmicos y transporte. En este caso Honduras no extrae y refina petróleo en la actualidad, pero si se hace uso del mismo en forma de: dicho producto uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker) y combustible ya sea gasolina, diésel, queroseno y otros destilados livianos.

5.1.4 Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker)

En esta subcategoría se incluye el uso de coque de petróleo y bunker (fuel Oil), ambos se utilizan como combustible para la generación de energía eléctrica, en las fuentes que se visitaron las termoeléctricas privadas y textilera consumieron (fuel Oil) 939 35611 t/año de bunker (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 52), utilizado para la generación de energía, dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2.

Con respecto al factor de entrada, en vista que como no se dispone de datos nacionales se contempló el intervalo propuesto por el PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015, $10 \leq x \leq 100$ mg Hg/t FMAP, este fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo, obteniendo 31.62 g Hg/t (Véase tabla 14).

[11] Dato que no incluye el consumo de coque de petróleo y bunker de la industria Cementera.

Tabla 14. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de coque y bunker quemada–Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker).

Nombre de la Fuente	Sistema de reducción de emisiones	Tasa de actividad de consumo de bunker t/año	Tasa actividad mejor aproximada t/año **(a)**			Factor de entrada 10-100 mg Hg/t **(b)**		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Textilera 1	Precipitador Electrostático	20 891.50	939 356	845 420	1 033 292	31.62	10	100
Termoeléctricas pública	No se cuenta con sistemas o equipos de control de emisiones	9 751.87						
Termoeléctricas privadas	No se cuenta con sistemas o equipos de control de emisiones	908 712.81						
Total t/año		**939 356**						

MAP (=) Mejor Aproximado MIN (=) Mínimo MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, se contempló el consumo real declarado por cada una de las empresas de los diferentes rubros, que fueron recolectadas en un instrumento sobre el consumo de bunker. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 10% el valor de MAP.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del Instrumental del PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015 y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Según el Instrumental Normalizado del PNUMA, los factores de distribución de salidas de Mercurio a partir del uso de coque de petróleo y bunker para la generación de energía varían de acuerdo al equipo instalado para control de emisiones, para el caso las empresas que utilizan bunker, una tiene Precipitador Electrostáticos (ESP por sus siglas en inglés), liberando 90% al aire y 10% disposición de residuos y las termoeléctricas públicas y privadas no cuentan con un sistema o equipo de control de emisiones (liberando el 100% al aire) (Véase tabla 15).

Tabla 15. Liberación de Mercurio en el año 2015– Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker).

Entrada de Hg (kg/año)	Sistema de reducción emisiones	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
30	Precipitador Electrostático	29.11	-	-	-	-	0.00	29.11	14.42	61.18
	No se cuenta con sistemas o equipos de control de emisiones	0.53	-	-	-	-	0.00	0.53		

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA indica el porcentaje de distribución.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.1.5 Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos

Esta subcategoría incluye la combustión de sus combustibles derivados para la generación de energía eléctrica, procesos térmicos y transporte.

La tasa de actividad del consumo de combustibles (gasolina, diésel y LPG) para la generación de energía fue de 21 193 t/año (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 36) utilizadas por las: termoeléctricas públicas y privadas, textileras, plantas extractoras de aceite, dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2, estas generadoras no cuenta con sistemas o equipos de control de emisiones.

Debido a la variedad de actividades industriales y domésticas que utilizan combustibles fósiles (como gasolina, queroseno, diésel, etc.), las estimaciones realizadas para este sector han sido efectuadas, utilizando las importaciones registradas por SARAH, 11 032 798 t/año atendiendo a una visión nacional de su consumo, a diferencia de pretender ubicar cada equipo o actividad (por ejemplo, calderas paquete, calderas industriales, calentadores de agua, vehículos de 2 y 4 tiempos, transporte marítimo, transporte aéreo, etc.).

Con respecto al factor de entrada como no se dispone de datos nacionales se enfocó en el intervalo propuesto por el PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015, $1 \leq x \leq 10$ mg Hg/t F_{MAP}, calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo de 3.16 mg Hg/t (Véase tabla 16).

Tabla 16. Caracterización de fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada consumida de gasolina, diésel, querosene y LPG– Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos.

Nombre de la fuente	Tasa de actividad		Tasa actividad mejor aproximada t/año **(a)**			Factor de entrada 1-10 mg Hg/t **(b)**		
	Generación de energía t/año	Transporte y otros usos distintos a la combustión t/año	MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Gasolina	5.814	4 181 274	11 053 991	10 501 292	11 606 690	3.16	1	10
Diésel	20,990.46	6 233 940						
Keroseno	-	479 150						
Gas LPG	196.67	138 434						
Total t/año	**21 193**	**11 032 798**						

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP fueron las importaciones registradas por SARAH, por lo que se considera un consumo sobreestimado a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5% el valor de T_{MAP} esto debido que los datos fue el consumo real.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del Instrumental del PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015 y F_{MAP}, calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Los factores de distribución de salidas de Mercurio a partir del uso gasolina, diésel, queroseno y LPG para la generación de energía como no cuenta con equipos de control de emisiones según el Instrumental Normalizado del PNUMA 100% es liberado al aire (Véase tabla 17).

Tabla 17. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos.

Entrada de Hg (kg/año)	Sistema de reducción de emisiones	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
35	No se cuenta con sistemas o equipos de control de emisiones	34.93	-	-	-	-	-	34.93	18.16	72.72

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA indica el porcentaje de distribución.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.1.6 Extracción, refinación y uso de gas natural

En Honduras no existe extracción, refinación y uso del gas natural no se registran importaciones por SARAH en el 2015 de este combustible.

5.1.7 Extracción y uso de otros combustibles fósiles

Esta subcategoría incluye la extracción y el uso de otros combustibles fósiles como la turba (forma muy joven de carbón) y el esquisto bituminoso. Este último es un tipo de esquisto o pizarra del que puede recuperarse un crudo oscuro mediante un proceso de destilación. Al igual que otros combustibles fósiles y no fósiles pueden contener trazas de Mercurio, las cuales pueden movilizarse durante la extracción y la combustión. De acuerdo a información en Honduras no se tienen datos de generación e importación de estos combustibles en el año 2015.

5.1.8 Energía obtenida por la quema de biomasa

En Honduras existen cinco fuentes importantes de energía a base de biomasa las cuales son utilizadas con fines de su aprovechamiento:

- Quema de bagazo y aserrín de las industrias azucareras.
- Quema de aserrín, desperdicios de aserraderos, leña usados por las caleras y ladrilleras artesanales, caleras industriales y textileras.
- Quema de leña para cocción de alimentos y calefacción en el sector residencial.
- Quema de fibra, raquis y cascarilla de nuez en la industria de extractoras de aceite.
- Quema de king grass[12] y pino las generadoras de electricidad privadas.

La definición de estas dos fuentes acuerdo es la siguiente:

Bagazo de caña
Fibra que se obtiene después de extraer el jugo de la caña en los ingenios azucareros y que se utiliza como energético.

Leña: Se considera la energía que se obtiene de los recursos forestales y se utiliza, en forma directa, en el sector residencial para cocción de alimentos y calefacción. Incluye troncos, ramas de árboles y arbustos, pero excluye los residuos de la actividad maderera (aserrín, desperdicios de aserraderos etc.).

Fibra y cascarilla: Son residuos orgánicos que se obtienen del proceso de extracción de aceite y que algunos se utilizan para fertilizar plantaciones o como combustible para la calderas.

King grass: Son residuos orgánicos del pasto de corte después de haber pasado por una molienda a donde se obtienen dos combustibles el bagazo que es el que se utiliza como combustible y el jugo es utilizado para generar biogás.

El estudio realizado por CEPAL en el año 2011, con una muestra de 710 hogares (355 urbanas y 355 rurales) y 122 MIPYME, encuestaron un total de sesenta y nueve municipios localizados en los dieciocho departamentos del país con excepción Islas de la Bahía y Gracias a Dios cuantificó el consumo de leña en hogares, urbanos, rurales y MYPIMES hondureñas, correspondientes a dieciséis de los dieciocho departamentos del territorio nacional (Véase tabla 18).

.

[12] El king grass es un pasto de corte que utiliza como combustible (bagazo) después de haber pasado por molienda adonde se obtiene dos combustibles: el bagazo y el jugo.

Tabla 18. Consumo de leña en hogares y MIPYME.

Variables	Fábrica de panela	Beneficios de café	Salineras	Panaderías	Ladrilleras
Consumo de leña por proceso (carga)	6.2 (5.7)	10.9 (22.8)	21.5 (17.2)	15.0 (1.1)	2 465.5 (956.7)
Cantidad de horneadas al mes utilizando leña	14.9 (32.4)	38 (151.5)	15.3 (13.3)	17.4 (17.8)	5.7 (4.6)
Consumo/cargas[13] por mes	55.5 (119.7)[14]	18.0 (563.6)	318.0 (404.1)	27.2 (32.2)	14 478.2 (14 960.00)
Cantidad en t/año	**47.00**[15]	**659.00**	**473.00**	**38.00**	**17 503.00**

Fuente: Consumo de leña en Hangares y Pequeña Industria en Honduras (CEPAL, 2011, p. 28)

El consumo de leña per cápita en promedio es 5.2 kg/día, sin embargo, aquellos hogares donde la leña es el único combustible utilizado para la cocción de alimentos es en promedio de 5.4 kg/día con una variación de 0.2 kg/día entre la zona urbana y rural, mientras que en aquellos donde se combina la leña con otra fuente de combustible es de 5 kg/día con una variación de 0.4 kg/día entre la zona urbana y rural (CEPAL, 2011, p. 19).

Para el año 2004 ENCOVI, estimó que el 41,37% de los hogares utilizan leña para cocinar sus alimentos, esto equivale a 501 117.7 hogares[16], lo que significa un consumo de 9 821 907 kg/día a nivel nacional y para el 2010 se estimó un consumo de 14 086 621 kg/día a nivel nacional, siendo un total de 5 141 617 t/año datos basados en los resultados de consumo por hogar y las proyecciones poblacionales del INE (CEPAL, 2011, p. 19).

Según el Inventario N1 de Honduras el consumo de biomasa de las industrias como: las termoeléctricas privadas, plantas extractoras de aceite, ingenios azucareros, textilera, calera industrial y artesanal, se estimó una cantidad de **1 872 710 t/a** biomasa consumida para la generación de energía de 2015, véase ilustración 6 (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 55).

[13] ı Instituto de Conservación Forestal (ICF), en su anuario forestal 2008, definió que una carga = 60 leños (0.13 m³).
[14] Desviación Estándar en paréntesis.
[15] Cantidad en $t/_{año} = 119.7\ \cancel{cargas} \times \frac{0.13\cancel{m^3}}{1\ \cancel{carga}} \times \frac{750\ kg}{1\cancel{m^3}} \times \frac{1\ t}{1000 kg}\ (4\ mese\ que\ dura\ la\ zafra) = 47\ t/_{año}$

[16] INE, para el 2001, determinó un total de 1 211 307 hogares a nivel nacional, de los cuales 597 117 hogares urbanos y 614 190 hogares rurales.



Ilustración 5. Liberaciones de las plantas extractoras de aceite de palma. 25 de noviembre, Proyecto GAR de Mercurio, 2016.

Considerando los datos del Inventario N1 y CEPAL, la cantidad consumida de biomasa en el país fue de 7 033 047 t/año y con respecto al factor de entrada como no se dispone de datos nacionales se consideró el intervalo propuesto por el PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015, $0.007 \leq x \leq 0.07$ g Hg/t $F_{MAP,}$ calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo de 0.02 g Hg/t (Véase tabla 19).

Tabla 19. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de biomasa quemada–Energía obtenida por la quema de biomasa.

Nombre de la Fuente	Sistema de reducción emisiones	Tasa de actividad del consumo de biomasa t/año	Tasa actividad mejor aproximada t/año (a)			Factor de entrada 0.007-0.07 g Hg/t (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Industrias								
Termoeléctricas privadas	Precipitador electrostático	455 713.75	7 033 047	6 329 742	7 736 352	0.02	0.007	0.07
Caleras de horno artesanales	No se cuenta con sistemas de control de emisiones	17 631						
Una calera Industrial	Filtro de manga	1 200.00						

Nombre de la Fuente	Sistema de reducción emisiones	Tasa de actividad del consumo de biomasa t/año	Tasa actividad mejor aproximada t/año (a)			Factor de entrada 0.007-0.07 g Hg/t (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Textileras	Precipitador electrostático	163 879.53						
Plantas Extractoras de aceite de Palma	6 Multi-ciclón, 1 precipitador electrostático, 1 filtro de manga, 1 Scrubber.	313 271.40						
Plantas Ingenios Azucareros	3 Scrubber, 1 multi-ciclón y 1 filtro de manga	921 014.48						
Subtotal		**1 872 710**						
MIPYME[17]								
Beneficios de café	No se cuenta con sistemas de control de emisiones	659.00						
Fábrica de panela		47.00						
Salineras		473.00						
Panaderías		38.00						
Ladrilleras		17 503.00						
Subtotal		**18 720**						
Uso domestico[18]								
Combustión Uso Doméstico (Calefacción)	No se cuenta con sistemas de control de emisiones	**5 141 617**						

MAP (=) Mejor Aproximado MIN (=) Mínimo MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, es el consumo de biomasa declarado por cada una de las empresas y estudios realizados, por lo que se consideró un dato aproximado a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 10% por ser una fuente difusa.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del Instrumental del PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015 y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

[17] Dato calculado por CEPAL, 2011.
[18] Dato calculado por CEPAL, 2011.

Según el Instrumental Toolkit N2, los factores de distribución de salidas de Mercurio a partir del uso de biomasa para la generación de energía, el 100% es emitido al aire, esto porque los únicos que cuentan con equipos de control de emisiones son las industrias y el resto (caleras y ladrilleras artesanales etc.), no cuentan con un sistema de control de emisiones (Véase tabla 20).

Tabla 20. Liberación de Mercurio en el año 2015–Energía obtenida por la quema de biomasa.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
141	140.66	-	-	-	-	-	140.66	68.29	289.74

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA indica el porcentaje de distribución.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.1.9 Producción de energía geotérmica

La tecnología denominada geo-termo-eléctrica, para generar energía eléctrica aprovecha el calor contenido en el agua que se han concentrado en ciertos sitios del subsuelo conocidos como yacimientos geotérmicos, y se basa en el principio de la transformación de energía calorífica en energía eléctrica, con principios análogos a los de una termoeléctrica tipo vapor, excepto en la producción de vapor, que en este caso se extrae del subsuelo, por medio de pozos que extraen una mezcla agua-vapor que se envía a un separador; el vapor ya seco se dirige a las aspas o álabes de una turbina, donde se transforma la energía cinética en mecánica y ésta, a su vez, se transforma en electricidad en el generador eléctrico. En el país en el 2015 no existía producción de energía geotérmica.

5.2 Producción primaria de metal (virgen)

Honduras posee un rico potencial de minerales diversificados como Plomo, Zinc, Oro, Plata, Antimonio, Mercurio y Hierro, así como abundantes reservas de sustancias no metálicas, como Calizas, Mármoles, Yeso, Bentonitas, Caolín, Perlitas, Granitos, Ópalos y Zeolitas. El Oro, se ha estado extrayendo desde la época precolombina, es junto con la Plata una de las mayores riquezas minerales del país (ICEFI, 2014, p. 16).

5.2.1 Extracción y procesamiento inicial de Mercurio (primario)

Esta categoría sólo incluye los procesos que implican la extracción primaria de Mercurio. Se excluye la producción y comercialización de Mercurio como derivado de otros procesos de minería o extracción, así como la producción de Mercurio reciclado después del consumo.

En un Inventario Minero Nacional en Honduras que realizó 1987-1989 la Cooperación Técnica Francesa informó que existió hasta los años 60 una pequeña actividad de extracción artesanal de Mercurio en la zona de Victoria (Oeste de Talanga, FOM No.8). La producción real de las varias pequeña minas no se conoce de modo cierto, pero no pudo alcanzar más que algunos centenares de kilos. El Mercurio se encontraba bajo forma de sulfuro (cinabrio), de cloruro (calomel) o del metal nativo en vetillas atravesando caliza de la formación Atima. Existen otros indicios en Naranjito Santa Bárbara FOM No.36, lugar en que se recogieron, en la superficie de rocas volcánica terciarias, algunos centímetros cúbicos de metal nativo (Henry, 1987-1989, p. 64).

En el Estero Talanga según pobladores de la comunidad donde cuentan que por mucho tiempo (1990) estuvieron extrayendo “azogue” como es denominado el Mercurio, en la visita al sitio (1648681E, 1590322 N, 996 msm, sistema de coordenadas UTM) no se encontraron rastros de que estuvieran extrayendo este producto, no obstante pueden que sean explotadas de manera artesanal otros sitios en la misma zona con el fin de vender el Mercurio o azogue en el mercado.

5.2.2 Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio

El Mercurio se ha usado en las prácticas mineras de Oro y Plata. En términos generales, este proceso de minería implica lo siguiente: con el fin de facilitar el proceso de amalgamación[19], es necesario reducir el tamaño de partícula de la roca extraída o mena. Para moler el mineral extraído de la mina, los mineros utilizan trituradoras mecánicas de roca de movimiento circular, conocida como rastra[20].

En este mismo proceso la piedra húmeda triturada (o lodo o concentrado de materiales mineralizados) se mezcla con Mercurio metálico (líquido); el Mercurio disuelve el Oro o la Plata en el lodo; el lodo restante se enjuaga y deja una amalgama de Mercurio-Oro o Mercurio-Plata; después se calienta la amalgama para liberar el Mercurio y queda el Oro o la Plata impuros (Véase ilustración 7).

[19] Es el proceso de formar aleaciones que el Mercurio produce con los otros metales.

[20] Son molinos artesanales construidos con material rudimentarios de forma circular, que consisten en grandes piedras encadenadas a un poste que gira por acción de un motor de un vehículo, con el fin de reducir el tamaño de los de partícula (partículas más finas) de la roca o broza, donde se incorpora el Mercurio para aumentar la superficie de contacto entre el Mercurio y el Oro, el cual se mezcla con el material triturado para luego recuperar las amalgamas de Oro y Plata en la solución.



Ilustración 6. Minero artesanal quemando amalgama en el patio de su casa. Observe que no existe el uso de equipo de seguridad; esta quema al aire libre es realizada en la calle principal de la aldea. San Juan Abajo. Noviembre 2016 (Germer, 2016, p. 92).

La amalgamación con Mercurio es la principal técnica artesanal para la extracción de Oro que utiliza la MAPE de Oro en Honduras, en cuanto a la estructura de la rastras es el mismo diseño pero varían en tamaño en diferentes partes del país. El procedimiento que utilizan por rastra, es una libra de Mercurio metálico (liquido) por molienda, no importando el tamaño o la capacidad. Lo que si cambia es la mineralización hay lugares de bajas concentraciones de Oro y Plata.

El Mercurio se emite al aire y se libera al agua, suelo a los residuos y disposición de residuos a partir de estas actividades de minería. La amalgama de Mercurio-Oro derivada del proceso de extracción emite Mercurio en forma de vapor al aire cuando se calienta durante uno de los pasos de la purificación.

Según el Inventario de Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio N1 la producción de Oro fue de 190.6 kg Oro/año en el 2016 por la MAPE, distribuido de la siguiente forma: Santa Cruz Quimistán de Santa Bárbara 119.20 kg Oro/año, Chiquila Santa Bárbara 7.20 kg Oro/año, Pajarillo Danlí 60 kg Oro/año y Agua Fría Danlí 4.20 kg Oro/año, sumando un total de 51 rastra en operación. Lugar que no se encontró actividad minera fue en la aldea de la Joya del municipio de Concordia en el río Guayape. Es importante aclarar que solo se tomaron en cuenta la rastra en operación del 2016 y se encontraron rastras que no estaban en operación y que en este caso el dato de producción de Oro y Plata podría aumentar o disminuir (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 55).
En el informe de Levantamiento de Línea base de Mercurio en El Corpus, Choluteca el año 2016, en el municipio existen 17 aldeas de las cuales 4 se encuentran insertadas de manera activa en la MAPE, donde se tomó como muestra 24 rastras de 37 en operación en la zona, actividad de la cual se obtuvo una

producción de Oro de 132 kilogramos al año. Los ensayos de balances de masa determinaron una pérdida de 4.8≥5 gramos de Mercurio por cada gramo de Oro producido, dicho de otra forma hay una pérdida de 5 kg de Mercurio por cada kg de Oro producido (Germer, 2016, pp. 1,2).

En relación a los datos del Inventario N1 y el estudio de Levantamiento de Línea base de Mercurio en El Corpus Choluteca el año 2016, la producción de Oro por la MAPE a nivel nacional fue 322.29 kg de Oro, extraído a nivel nacional por 88 rastras en operación, dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2. Con respecto al factor de entrada se consideró el dato nacional de 5 kg Hg por cada kg de Oro (Germer, 2016, p. 1) como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2. En este caso se calculó el intervalo del factor de entrada $1.7 \leq x \leq 8$ kg Hg/kg de Oro producido siguiendo lineamientos del inciso (b) (Véase tabla 21).

Tabla 21. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por kilogramos de Oro producido–Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio.

Nombre de la Fuente	Cantidad de rastras	Tasa de actividad Kg de Oro/año	Tasa actividad mejor aproximada kg de Oro/año (a)			Factor de entrada 1.7-8 kg Hg/kg de Oro producido (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Santa Cruz Santa Bárbara	40	119.20	322.29	290.06	354.52	5	1.7	8
Chiquila Santa Bárbara	3	7.20						
Corpus Choluteca	37[21]	131.69						
Pajarillo Danlí	3	60.00						
Agua Fría Danlí	5	4.20						
Total t/año	**88**	**322.29**						

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP de la producción de Oro en kilogramos se realizó una aproximación, esto debido que se tomaron en cuenta las rastras en funcionamiento del año 2016. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 10%, por no contar con un estudio detallado por la producción de cada una de las rastras en el país.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron calculados el F_{MIN} (1/3 F_{MP}) y el factor F_{MAX} fue considerado estimándolo como tres veces el valor del T_{MAP} (factor de 3), esto porque el instrumental no propone un intervalo lo cual fue calculado asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

[21] Información Levantamiento de Línea base de Mercurio en El Corpus Choluteca (Germer, 2016, p. 73)

En cuanto a la recuperación de Mercurio a través de la quema de la amalgama el 4%(3 de 98 encuestados) utilizan la técnica artesanal donde la amalgama es forrada en hoja de fresca plátano (Musa paradisiaca), la presencia de humedad en la hoja evita que esta se queme de manera instantánea y al arder, la hoja permanece unida formando una ceniza casi igual al material de cubierta.

El objetivo de envolver la amalgama es debido a que al calentarse las moléculas de Oro y Mercurio se separan con violencia debido a la expulsión de Mercurio gas produciendo partículas de mineral (por ende se pierde Oro). La amalgama envuelta una vez puesta sobre el fogón es tapada con un vaso de aluminio. El vaso sirve como una segunda barrera contra las partículas de mineral y cualquier pérdida de Oro queda atrapada en el vaso. Al terminar la fundición y enfriarse el vaso, una fracción del Mercurio gas queda condensado en el fondo del vaso (Véase la ilustración 8) (Germer, 2016, p. 102).

Los ensayos de balances de masa determinaron una pérdida de 4.8≥5 gramos de Mercurio por cada gramo de Oro producido, dicho de otra forma la pérdida de 5 kg Mercurio por cada kg de Oro producido, de este rendimiento se pudo establecer además que el 70% del Mercurio perdido es liberado al suelo a través de las colas y el restante 30% al aire a través de la quema de la amalgama (Germer, 2016, p. 2).



Ilustración 7. Retorta artesanal. Las imágenes muestran una amalgama de 17 gramos envuelta en hoja de plátano y cubierta con un vaso de aluminio. San Judas. Diciembre 2016. (Germer, 2016, p. 103).

Para el cálculo de la emisión al aire se valoró el dato obtenido nivel nacional que es el 30% según el estudio Levantamiento de Línea base de Mercurio en El Corpus Choluteca el año 2016 y el otro 70% que se distribuirá de acuerdo a los porcentajes propuestos por el Instrumental Normalizado del PNUMA siendo liberado el 38% al agua y 32% al suelo (Véase tabla 22).

Tabla 22. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Extracción de Oro y Plata (artesanal) con proceso de amalgamación de Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
1 611.45	483.44	612.35	515.66	-	-	-	1 611.45	972.49	2 670.24

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA indica salvo el porcentaje la emisión al aire se trabajó con dato nacional y las liberaciones al agua y suelo con datos del PNUMA.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.2.3 Extracción y procesamiento inicial de Zinc y Plomo

En Honduras el Zinc y Plomo primario se extraen del mismo concentrado, por lo que para reducir las fuentes de incertidumbre en la posibilidad de sobreestimar las liberaciones de Mercurio en concentrados, se analizaran las dos subcategorías de manera conjunta.

La extracción y procesamiento inicial de Zinc y Plomo puede contribuir con importantes liberaciones de Mercurio. Las menas para la extracción de Zinc y (principalmente menas sulfuradas) pueden contener cantidades traza de Mercurio. En el proceso de extracción del Zinc y Plomo de la mena se recurre a pasos para la liberación de este Mercurio contenido en el material rocoso. Este Mercurio puede evaporarse y seguir las corrientes gaseosas propias de los procesos de extracción (en la mayoría de los casos) o seguir los flujos de procesos líquidos en función de la tecnología de extracción empleada. A menos que el Mercurio se capture en etapas específicamente diseñadas para ello, grandes cantidades se liberarán a la atmósfera, al suelo y el agua (SEMARNAT, 2008, p. 92).

En la producción de Zinc y Plomo primario los principales pasos incluyen la producción de un concentrado rico en estos metales a partir del mineral que se extraen en minas de corte abierto o subterráneas, y las fracciones ricas en Zinc y Plomo se separan de la roca de desecho después de triturar y moler las partículas con procesos de separación mecánica a fin de reducir su tamaño, por lo general mediante flotación u otros procesos que implican la suspensión en agua. El mineral de Zinc y Plomo puede contener Mercurio,

el cual puede ser liberado en las operaciones de concentración, tostación y refinación (SEMARNAT, 2008, p. 92).
La producción de Zinc (Zn) fue de 40 894 Toneladas Métricas Secas (DMT) y 14 042 DMT de Plomo (Pb), extraído a partir de concentrados de flotación diferencial en dos circuitos mellizos secuenciales para mineral de Plomo y mineral de Zinc, lo cual usaron 753 861 DMT del concentrado extraído de la mena de la mina, dato que se digitalizó en la hoja de cálculo propuesta por el PNUMA del Toolkit N2. Además para el control de emisiones se tiene un filtro de convertidor catalítico (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, pp. 57,58).

En lo que respecta a los datos del factor de entrada, en los análisis realizados por la empresa, no se encontró presencia de Mercurio en las emisiones al aire, liberaciones al agua, al suelo, producto, residuo y disposición final, obteniendo análisis (Hg)-Total (mg/l) < 0.000050 $^{mg}/_{l}$. Es importante aclarar que toda la información que fundamenta esto resultados se encuentra en física y digital para cualquier aclaración o duda (Véase tabla 23).

Tabla 23. Caracterización de la fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de concentrado usada–Extracción y procesamiento inicial de Zinc y Plomo.

Nombre de la Fuente	Cantidad producido t/año	Tasa de actividad concentrado utilizado t/año	Tasa actividad Mejor Aproximada t/año (a)			Factor de entrada 0 g Hg/t de concentrado usada (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Zinc (Zn)	40 894.00	753 861	753 861	716 168	791 554	0	0	0
Plomo (Pb)	14 042.00							

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, fue la cantidad real de concentrado utilizado en el año 2015 por la empresa. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, porque existe una pequeña variación entre los resultados de INHGEOMIN y la empresa..

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron calculados el F_{MIN} (1/3 F_{MP}) y el factor F_{MAX} fue considerado estimándolo como tres veces el valor del T_{MAP} (factor de 3), esto porque el instrumental no propone un intervalo lo cual fue calculado asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

5.2.4 Extracción de Cobre y procesamiento inicial

Al igual que en la extracción y procesamiento inicial de Zinc, para la producción de Cobre primario los principales pasos incluyen la producción de un concentrado rico en este metal a partir de la mena cruda, para posteriormente tostarse (o calcinarse) y refinarse fundiéndose en un Horno. Las menas de Cobre pueden contener Mercurio, el cual puede ser liberado en las operaciones de concentración, tostación y refinación, en Honduras no se cuenta con producción de cobre y procesamiento inicial.

5.2.5 Extracción de Zinc y procesamiento inicial

En Honduras se extraen Zinc primario del mismo concentrado por lo que este se analizó en la sección de la extracción de Plomo y procesamiento inicial.

5.2.6 Extracción de Oro, plata y procesamiento inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio

Las menas para la extracción de Oro (por lo general menas Sulfuradas) pueden contener cantidades traza de Mercurio; en algunos casos esas cantidades pueden ser elevadas en comparación con otras materias primas naturales. Los procesos para la extracción y refinación de Oro pueden ser fuentes significativas de liberaciones de Mercurio, aun cuando no se registre un uso deliberado de este metal (amalgamación). Tanto las liberaciones al suelo como las liberaciones atmosféricas pueden ser relevantes.

Las operaciones de extracción y refinación implican procesos a temperaturas lo suficientemente elevadas como para liberar emisiones a la atmósfera. Adicionalmente, estas operaciones producen importantes cantidades de residuos sólidos o líquidos con posible contenido de Mercurio.

En Honduras se procesa mineral para la extracción de Oro y plata mediante el proceso conocido como Heap Leaching o lixiviación en patios. El proceso es completamente cerrado con recirculación de soluciones, esto significa que los efluentes líquidos no son descargados o entran en contacto con el suelo del área.

Este proceso se divide en varias etapas:

(1) Minado: Es la primera etapa del proceso en la que el material a extraer ha sido seleccionado previamente, se acarrea desde los sitios de corte hasta el área de trituración.

(2) Trituración: El material que es acarreado de los sitios de extracción es llevado en camiones o volquetas hacia un área de trituración.

(3) Aglomeración: Una vez triturado el material al tamaño deseado, es llevado a través de bandas transportadoras a un cilindro aglomerador, aquí se agrega dosificación de cal, cemento y una solución cianurada concentrada para saturar la broza, que están dispuestos en la banda alimentadora al aglomerador.

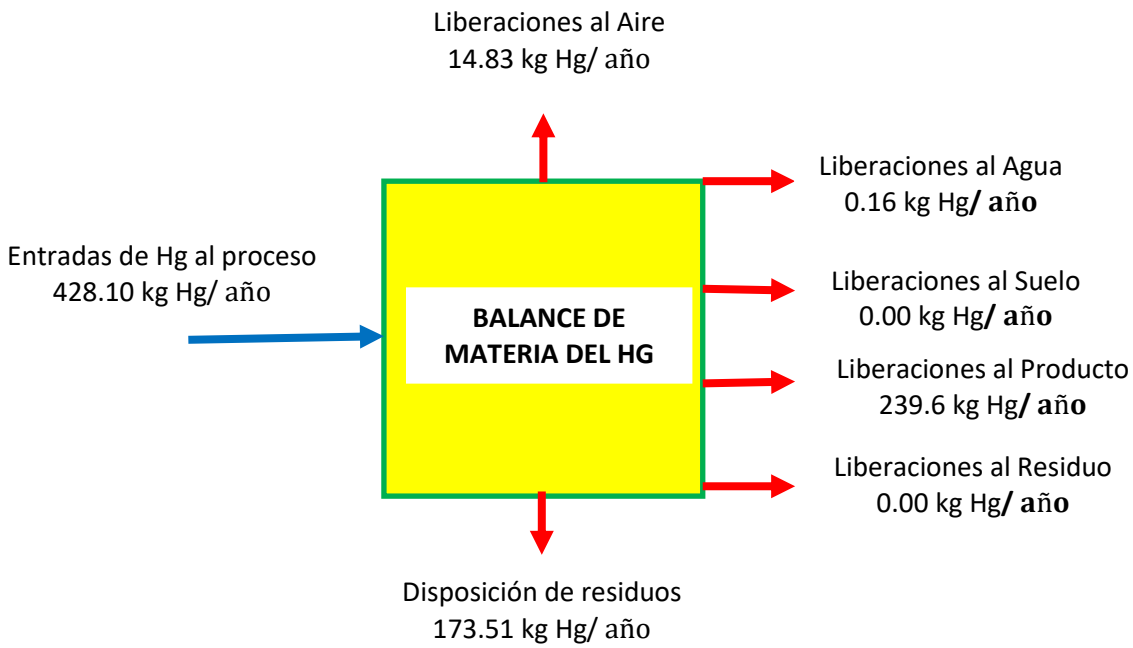
(4) Lixiviación: El proceso de lixiviados comprende el riesgo con solución cianurada del material aglomerado dispuesto en el patio para ser tratado.
(5) Extracción, Desorción y Recuperación: Las soluciones ricas en Oro procedentes del material lixiviado son conocidas como la solución preñadas. Estas soluciones en la mina son transportadas en tuberías

hacia la planta ADR (Adsorción-Desorción-Recuperación). Las soluciones ricas en Oro son pasadas a través de un sistema de columnas de carbón activado para recolectar el Oro de las mismas, dicho proceso es conocido como carbón en Cólumna (CIC). Una vez que el carbón está cargado con la cantidad de Oro requerida es retirado del sistema de columnas para luego ser llevado a un proceso de resorción del tipo Zadra presurizado.

Según los datos del Inventario N1, la producción de Oro de la mina Industrial a nivel nacional fue de 2641.40 kg de Oro y 2169.82 kg de Plata, lo cual para obtener esta producción usaron 60 077 168 toneladas de menas en el año 2015 (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 61), dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2.

El factor de entrada que se obtuvo del balance de materia, fue el dato nacional que se consideró[22] (Véase ilustración 9) de cada una de las industrias 0.0071 g Hg/t de mena usada como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}) (Anexo N.3), dato que se digitalizó en Toolkit N2. En este caso se calculó el intervalo del factor de entrada $0.0024 \leq x \leq 3.0071$ g Hg/t de mena usada, siguiendo lineamientos del inciso (b) (Véase tabla 24).

Ilustración 8. Balance general de la industria minera productoras de Oro y Plata.



$$Factor\ de\ entrada = \frac{1000g\ (\ 428.10\ \cancel{kg}\ Hg)}{60,077,168\ \cancel{kg}\ {}^{t}/_{\text{año}}} = \mathbf{0.0071\ g\ Hg/t}$$

[22] Es importante aclarar que el balance de materia se realizó en cada una de las empresas de la industria minera, para luego realizar un balance global a través de las sumas de las entradas de Mercurio, emisión y Liberaciones a las diferentes matrices (Véase Anexo 2).

Tabla 24. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de mena usada–Extracción de Oro, Plata y procedimiento inicial por el método distintos que amalgamiento con Mercurio.

Nombre de la fuente	Producción de Oro y Plata Kg/año	Tasa de actividad mena usada t/año	Tasa actividad mejor aproximada mena usada t/año (a)			Factor de entrada 0.0024-3.0071 g Hg/t de mena usada (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Plata (Ag)	2169.82	60 077 168	60 077 168	57 073 310	63 081 026	0.0071	0.0024	3.0071
Oro (Au)	2641.40							

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP fue la cantidad real usada de mena en el año 2015, para la extracción de Oro y Plata por las empresas. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con los datos de las empresas.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron calculados el F_{MIN} (1/3 F_{MP}) y el factor F_{MAX} fue considerado estimándolo como tres veces el valor del T_{MAP} (factor de 3), esto porque el instrumental no propone un intervalo lo cual fue calculado asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Es importante mencionar que de la entrada de Mercurio al proceso, en el 2015 se logró recuperar como un subproducto (Mercurio) el 56% que lo realiza una empresa industrial minera a través de la retorta y Scrubber aunque el producto principal es el Oro y la Plata. Hasta el 3 de abril de 2017 se tenía un inventario almacenado en una bodega 3 toneladas de Mercurio recuperado temperatura de 16℃.

Para el cálculo de las emisiones al aire y liberaciones a las diferentes matrices, los dato considerados fueron los del balance de materia de la liberación de Mercurio para cada una de las empresas distribuido de la siguiente forma: emisiones al aire 3%, producto (recuperación de Mercurio) 56% y 41% a la disposición de residuos (Véase ilustración 10, tabla 25 y 26).

Tabla 25. Porcentajes de las emisiones y liberaciones de Mercurio de la Industria minera.

Liberación diferentes matrices	Cantidad de emisiones y liberaciones de Mercurio (kg Hg /año)		Total de emisiones y liberaciones kg Hg /año	Porcentaje de liberaciones
	Industria N.1	Industria N.2		
Aire	0.25	14.58	14.83	0.03
Agua	0.16	0.00	0.16	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	0.00
Productos	239.6	0.00	239.6	0.56
Residuos	0.00	0.00	0.00	0.00
Disposición de Residuos	102.05	71.46	173.51	0.41
Total	**342.06**	**86.04**	**428.10**	**1**

Tabla 26. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Extracción de Oro y Plata y procedimiento inicial por el método distintos que amalgamiento con Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
427	12.80	_	_	238.87	_	174.88	426.55	52.86	3 342

a) Se incluyen emisiones y liberaciones únicamente a las matrices que se obtuvieron en el balance de materia de Mercurio en la industria minera, para obtener datos del sector.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.





Ilustración 9. La imagen presenta cuando se elaboró el balance de materia sobre el cálculo de las entradas y las liberaciones de Mercurio a las diferentes matrices, en dos de las empresas mineras con la participación activa de los miembros designados por la empresa y el equipo de trabajo, 4 de abril, Proyecto GAR de Mercurio, 2017.

5.2.7 Extracción de Aluminio y procesamiento inicial

No se realiza extracción primaria de aluminio en el país, por lo que las liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en Honduras se consideran como nulas durante 2015.

5.2.8 Extracción y procesamiento de otros metales no ferrosos

Dentro de los metales no ferrosos se encuentra, Antimonio, Arsénico, Bismuto, Estaño, Cadmio y Molibdeno, el Níquel, el Cromo, el Cobalto, Magnesio, etc. En el país no se realiza extracción primaria de estos metales, por lo que la liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en se consideran como nulas durante el 2015.

5.2.9 Producción primaria de Metales ferrosos

Aquí incluye industrias de extracción de Hierro y el Acero (Siderúrgica) que comprende establecimientos principalmente dedicados a la fundición de menas de hierro para producir arrabio líquido o sólido, y a la conversión de arrabio en acero mediante la remoción del carbón a través de su combustión en hornos. Comúnmente estas instalaciones producen Hierro y Acero en forma de lingotes y/o en formas básicas, como placas, láminas, tiras, varillas, barras, y otros productos manufacturados. En el país no se realiza extracción primaria de estos metales, por lo que la liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en se consideran como nulas durante el 2015.

5.3 Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impurezas

5.3.1 Producción de cemento

Las materias primas usadas para la producción de cemento contienen concentraciones traza de Mercurio (caliza, minerales y combustibles). En ocasiones, los hornos de producción de cemento utilizan combustibles alternos, los cuales pueden contener cantidades significativas de este metal. La principal vía de salida del Mercurio presente en las materias primas son las emisiones al aire, además de los niveles traza de Mercurio en el cemento producido. Esta subcategoría representa una fuente potencial de liberaciones de Mercurio que implica materiales con concentraciones muy bajas de Mercurio, pero que se trabajan en grandes cantidades.

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales: extracción y molienda de la materia prima, homogeneización de la materia prima, producción del Clinker y molienda del cemento. La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas. El cemento se utiliza básicamente en construcción para elaborar estructuras duraderas ya que en combinación con la arena, la grava y el agua, forman una roca artificial con la forma preestablecida por el constructor y con varillas de acero de refuerzo, para construir grades edificios, carreteras, puentes, casas etc.

Es importante mencionar que dentro del proceso de producción de cemento, se desarrolla la actividad de valoración de residuos especiales y peligrosos denominada coprocesamiento en hornos de cemento; que en resumen se puede definir como una valoración energética y como materia prima de residuos. Para el año 2015, las empresas cementeras valorizaron 3467.66 t/año en residuos sólidos de tipo industrial y t/año de aceites usados.

De acuerdo a los resultados del Inventario de Identificación y Cuantificación de Mercurio 2016, la producción de cemento el año 2015 fue de 1 723 478.74 t/ año, con un consumo de combustibles fósiles: en primer lugar el coque de petróleo 113 853.19 t/a y en segundo lugar los residuos industriales y aceite usados 3467.66 t/año, tercer lugar bunker 2854.95 t/año y por el orden diésel con 802.36 t/año.

En cuanto al control de emisiones se describen a continuación los controles utilizados en las empresas: (1) un filtro híbrido (precipitador electrostático + casa de mangas filtrante) y (2) filtro de mangas, ventilador de tiro y chimenea del sistema filtro de mangas de horno (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 61), dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2.

Con respecto al factor de entrada se consideró el dato nacional obtenido del balance de materia[23] de cada una de las industrias 0.069 g Hg/t de mena usada como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}) (Véase la ilustración 11 y Anexo 4), dato que se digitalizó en Toolkit N2. En este caso se calculó el intervalo del factor de entrada $0.023 \leq x \leq 3.069$ g Hg/t de cemento producido, siguiendo lineamientos del inciso (b) (Véase tabla 27).

Tabla 27. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de cemento producido–Producción de cemento.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad cemento producido t/año	Tasa actividad mejor aproximada producción cemento t/año **(a)**			Factor de entrada 0.023-3.069 g Hg/t de cemento producido **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Producción de cemento	1 723 478.74	1 723 478.74	1 637 304 .80	1 809 652. 68	0.069	0.023	3.069

a) La tasa de actividad asignada como TMAP fue considerada la cantidad real de producción de cemento del año 2015. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con los datos de las empresas.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron calculados el F_{MIN} (1/3 F_{MP}) y el factor F_{MAX} fue considerado estimándolo como tres veces el valor del T_{MAP} (factor de 3), esto porque el instrumental el resultado del factor de entrada en la elaboración del balance de masa sale más bajo que el propone un intervalo del

[23] Es importante aclarar que el balance de materia se realizó en cada una de las empresas de la industria cementera, para luego realizar un solo balance a través de las sumas de las entradas de Mercurio, emisión y Liberaciones a las diferentes matrices (Véase anexo 2), toda la información de los análisis queda en físico y digital, para cualquier aclaración.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad cemento producido t/año	Tasa actividad mejor aproximada producción cemento t/año (a)			Factor de entrada 0.023-3.069 g Hg/t de cemento producido (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
PNUMA, lo cual fue calculado asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.							





Ilustración 10. Equipo de trabajo y autoridades de las industrias cementeras con que se trabajó el balance de materia de las emisiones y liberaciones de Mercurio, Proyecto GAR de Mercurio 6 y 20 de 2017.

Los factores de distribución de salidas de Mercurio a partir la producción de cemento varían de acuerdo a los sistemas de reducción de emisiones con que se cuenten, por lo que se tomaron los resultados obtenidos del balance de materia de cada una de las empresas (Véase tabla 28).

Tabla 28. Resultados del Inventario N2 de las liberación de Mercurio en el año 2015 – Producción de Cemento.

Entrada de Hg (kg/año)	Sistema de reducción de emisiones	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
119	Precipitador	12.37	-	-	12.37	-	37.10	61.84	28.13	502.71

Entrada de Hg (kg/año)	Sistema de reducción de emisiones	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
	electrostático + casa de mangas filtrante									
	Filtro de mangas, ventilador de tiro y chimenea del sistema filtro de mangas de horno	56.91	-	-	-	-	-	56.91		

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones de acuerdo a los resultados obtenidos del balance de materia de cada una de las empresas.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.3.2 Producción de pulpa y papel

La pulpa se produce con métodos químicos o mecánicos, o una combinación de ambos, a partir de la madera cruda. La fuente de entradas de Mercurio está en los niveles traza de esta sustancia que se encuentran en la materia prima (la madera), en los combustibles empleados para la producción de energía y, con toda probabilidad, en los químicos que participan en el proceso (NaOH, Cloruros y tal vez otros).

Entre las vías de salida del Mercurio dentro del proceso de manufactura de papel y pulpa destacan las emisiones atmosféricas a partir de los procesos de combustión que implican combustibles fósiles, corteza y otros residuos de madera, y carbón con efluentes de los procesos (para el reciclaje de químicos y producción de energía), así como el depósito de residuos sólidos y liberaciones acuosas derivadas de los procesos. Esta sub-categoría constituye una fuente potencial de liberaciones de Mercurio que implica materiales con concentraciones muy bajas de este metal, pero que se trabajan en grandes cantidades. En Honduras no se produce pulpa y papel, por lo que las liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad se consideran como nulas durante 2015.

5.3.3 Producción de cal y conglomerados livianos

Esta subcategoría incluye la producción de cal en hornos (diferentes a la cal producida en las centrales de cemento y las fábricas de pulpa de celulosa y papel, descritas en módulos anteriores) y los hornos de conglomerados livianos. Se produce cal mediante el calcinado de la piedra caliza (por ejemplo, extrayendo CO_2 de la piedra caliza) a altas temperaturas. El calcinado, que supone la quema de carbonato cálcico a altas temperaturas, es el procedimiento primario en las instalaciones de producción de cal que presentan liberaciones de Mercurio en la piedra caliza.

La fabricación de cal se lleva a cabo en cinco pasos principales, que son: 1) Extraer la piedra caliza en bruto; 2) Prepararla para la calcinación; 3) Calcinarla; 4) Procesar la cal a través de la hidratación; y 5) Realizar varios procesos de transferencia, almacenaje y gestión.

A fin de que proporcionen energía para la calcinación, se pueden utilizar combustibles, tales como, coque de petróleo o gas natural; en los cuales está presente el Mercurio. Sin embargo, el contenido de Mercurio en carbón, petróleo, biomasa y otros combustibles se analiza en el módulo 3 y no debe contarse por duplicado.

La cal se encuentra ampliamente en la naturaleza como Carbonato de Calcio (CaCO3) en dichos yacimientos, presentándose con distintos aspectos y grado de pureza: Yeso, Mármol, Dragonita, Calcita, esta última, una variedad muy pura. La Piedra Caliza es un tipo común de roca sedimentaria, ampliamente difundida, compuesta en su totalidad o en su mayor parte por CaCO3 y con porcentajes mínimos de otros minerales (Colindres, 2006, p. 27).

Según datos del Inventario N1 en el año 2016, la producción de cal en hornos artesanales en el 2015 fue de 13 132 toneladas y la producción en caleras industrial fue de 45 000 toneladas al año, sumando un total de 58 132 t/año, (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, pp. 38, 39), dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2. Con respecto al factor de entrada se consideró el dato nacional de 0.02 g Hg por cada tonelada de cal producida[24] como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2. En este caso se utilizó el intervalo propuesto por el PNUMA en el consumo de biomasa porque según los análisis la liberación de Mercurio por la mena es despreciable[25], por lo que solo se tomó en cuenta la liberación por la biomasa $0.007 \leq x \leq 0.07$ g Hg (Véase tabla 29).

[24] $Factor\ de\ entrada\ por\ tonelada\ de\ cal\ producida = \frac{18{,}831\ t\ de\ biomasa}{año} x \frac{0.02\ g\ Hg}{t} = \frac{376.62\ g\ Hg/año}{58{,}132\ t\ de\ cal/año} = 0.065\ gHg/t$

[25] Es importante aclarar que al realizar el balance de materia se realizó en cada una de las empresas de la industria calera, donde según los análisis en la mena el Mercurio es despreciable.

Tabla 29. Caracterización de las fuentes, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de cal producida–Producción de cal y conglomerados livianos.

Nombre de la Fuente	Cantidad de hornos	Tasa de actividad cal producida t/año	Tasa actividad mejor aproximada cal producida t/año (a)			Factor de entrada 0.007-0.07 g Hg/tonelada de cal producida (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Carrizal, Taulabé artesanal	5	341	58 132	55 225	61 038.6	0.02	0.007	0.07
Chiquila, Santa Bárbara, artesanal	40	9927						
Estero Talanga artesanal	7	2864						
Calera Industrial	1	45 000						
Total t/año		**58 132**						

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP fue la producción aproximada por los cálculos realizados de las caleras artesanales. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, porque se obtuvo datos reales de las empresas.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del Instrumental del intervalo del consumo de biomasa, PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre 2015 y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Los factores de distribución de salidas de Mercurio fueron los que propone en el instrumental del PNUMA que el 100% del Mercurio se emite al aire de Mercurio al utilizar biomasa como combustible (Véase tabla 30).

Tabla 30. Liberación de Mercurio en el año 2015 – Producción de cal y conglomerados livianos.

Entrada de Hg (kg/año)	Tasa de actividad cal producida t/año	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
1.16	58 138	1.16	-	-	-	-	-	1.16	0.58	2.33

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al instrumental propuesto en el consumo de biomasa.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y

Entrada de Hg (kg/año)	Tasa de actividad cal producida t/año	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.										

5.3.4 Otros minerales y materiales

Se refiere a otras posibles fuentes de liberación de Mercurio en producción de minerales y/o materiales no metálicos no incluidos anteriormente en este inciso. Estos productos pueden ser, por ejemplo, Barita, Caolín, Celestita, Diatomita, Dolomita, Feldespato, Fluorita, Sal, Wollastonita, Grafito, Arena Sílica, entre otros. En el país no se realiza producción de estos minerales y materiales, por lo que la liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en se consideran como nulas durante el 2015.

5.4 Uso intencional de Mercurio en procesos industriales

5.4.1 Producción de Cloro-Álcali con tecnología de Mercurio

En la producción de Cloro-Álcali con celdas de Mercurio, se usa Mercurio elemental como electrodo de fluido en procesos electrolíticos para la producción de Cloruro de Sodio (NaOH) e Hidróxido de Sodio (NaOH) o Hidróxido de Potasio (KOH) a partir de agua con Sal (NaCl) (también conocida como agua Salobre o Salmuera). Adicionalmente se produce Hidrógeno (H_2) como subproducto. En el país no se produce Cloro-Álcali, por lo que la liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en se consideran como nulas durante el 2015.

5.4.2 Producción de VCM[26] con catalizador de Mercurio

Existen dos tipos de procesos para la manufactura de Monómero de Cloruro de Vinilo (MCV): (1) El proceso con Acetileno usa Cloruro Mercúrico sobre pelotillas de Carbono como catalizador, o; (2) El proceso basado en la Oxicloración del Etileno (sin uso de Mercurio). En el país no se produce Monómeros de Cloruro de Vinilo, por lo que la liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en se consideran como nulas durante el 2015.

[26] Monómeros de Cloruro de Vinilo

5.4.3 Producción de acetaldehído con catalizador de Mercurio

Es posible utilizar Sulfato de Mercurio ($HgSO_4$) en la producción de Acetaldehído, aunque existen procesos alternativos sin Mercurio. En el país no se produce acetaldehído, por lo que la liberación de Mercurio derivada por esta actividad es considerada nula durante el 2015.

5.4.4 Otras formas de producción de químicos y polímeros con compuesto de Mercurio como catalizadores

De acuerdo al Instrumental Normalizado del PNUMA, es posible producir poliuretano, acetato de vinilo y/o pigmentos utilizando catalizadores con Mercurio. En el país no se produce estos químicos y polímeros, por lo que la liberaciones de Mercurio derivadas por esta actividad en se consideran como nulas durante el 2015.

5.5 Productos de consumo con uso intencional de Mercurio

5.5.1 Termómetros con Mercurio

Los termómetros de Mercurio se han usado tradicionalmente para la medición de rangos de temperatura en todo tipo de medios. Actualmente, están siendo sustituidos por termómetros electrónicos, infrarrojos y de otros tipos libres de Mercurio. Los principales usos pueden encontrarse en los termómetros médicos (para tomar la temperatura corporal en hospitales, hogares, etc.), termómetros de temperatura ambiente, laboratorios químicos y controles de equipos (grandes motores de diésel) y equipos industriales. Según el tipo de termómetro de Mercurio, estos pueden contener aproximadamente entre 0.6 y 100 gramos de Hg/unidad[27].

Las liberaciones de Mercurio relacionadas a termómetros pueden ocurrir: cuando los termómetros se rompen durante su uso (al aire, agua y suelo), y; durante la disposición de los termómetros después de su uso (directamente al suelo o al relleno sanitario y, en consecuencia, posteriormente al agua y aire), dependiendo en gran medida de los tipos y la eficacia de los procedimientos de recolección y manejo de residuos.

De acuerdo a los datos del Inventario N1 del año 2016, en Honduras no se producen termómetros, pero si se importan para su uso. Según la SARAH/SAR en el año 2015 se importaron 14.57 t/a de termómetros, aplicando la conversión en la herramienta Toolkit se obtuvo una aproximado 3 641 60528 unidades de termómetros, de los cuales 3 277 444 unidades de termómetros son para uso médicos y un 10% equivalente a 364 161 termómetros son de uso ambiental (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 82), dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2.

[27] http://mercurylearn.unitar.org/mod/lesson/view.php?id=422

[28] Es importante destacar que este dato puede estar sobre dimensionado, debido que no se sabe si en el 2015 se importaron termómetros libre de Mercurio.

En el estudio de Evaluación Detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos médicos con Mercurio, realizados en dos hospitales públicos (Hospital Escuela Universitarios y Hospital Nacional Mario Catarino Rivas de San Pedro Sula) en 2016, en el cual se desarrolló un inventario de dispositivos que contienen Mercurio, donde se identificaron los tipos de dispositivo, el total de unidades y la cantidad total de Mercurio en gramos, obteniendo los intervalos de $0.5 \leq x \leq 6$ g Hg/unidades médicas y $8 \leq x \leq 10$ g Hg/unidades ambientales (GAR de Mercurio, 2016), como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}) 1.73 g Hg por unidad en los termómetros médicos y 8.9 en los termómetros ambientales, dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 31).

Tabla 31. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por unidad–Uso de termómetros de Mercurio.

Nombre de la fuente	Tasa de actividad termómetros usados/año	Tasa actividad mejor aproximada unidades de termómetros usados/año **(a)**			Factor de entrada[29] 0.5-6 g Hg/unidad médicos 8-10 g Hg/unidad ambientales **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Termómetros médicos	3 277 444	3 277 444	3 113 572	3 441 316	1.73	0.5	6
Termómetro ambientales	364 161	364 161	345 953	382 369	8.9	8	10

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, se considera el uso de termómetros sobreestimada, esto debido a que se tomaron los datos de importación de SARAH/SAR. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos de importación de SARAH/SAR.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos en dos hospitales públicos (Hospital Escuela Universitarios y Hospital Nacional Mario Catarino Rivas) y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el cálculo de la emisión al aire y las liberaciones (suelo y a los residuos) se tomará en cuenta los datos del PNUMA que es el 20% se emite al aire, 30% se libera al agua, 20% se libera al suelo y 30% en los residuos. Considerando que para los dispositivos no hay recolección diferenciada (Véase tabla 32).

[29] Los intervalos fueron obtenidos del estudio realizado en los dos hospitales públicos (Hospital Escuela Universitarios y Hospital Nacional Mario Catarino Rivas de San Pedro Sula) en 2016, en el cual se desarrolló un inventario de dispositivos que contienen Mercurio.

Tabla 32. Liberación de Mercurio en el año 2015– Uso de termómetros de Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
8 911	1 782.2	2 673.30	1 782.20	-	2 673.30	-	8 911	5 641	15 516

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.5.2 Interruptores eléctricos y relés con Mercurio

El Mercurio se ha utilizado, y sigue utilizándose en la actualidad, en diversos interruptores eléctricos y relés. En algunos países, pero, se ha retirado progresivamente el Mercurio de los componentes eléctricos, substituyéndose por materiales alternativos. En función del país puede variar la situación y extensión de dicha sustitución. Además, independientemente de la situación de la sustitución, es probable que los interruptores y relevadores con Mercurio aparezcan en los residuos en los años por venir debido a la larga vida útil de estos artículos. Las liberaciones de Mercurio relacionadas a los interruptores eléctricos y relevadores de Mercurio puede ocurrir durante su producción, uso normal (interruptor se rompe) y su disposición.

Según datos del INE la población total del 2015 fue de 8 570 154, con una población urbana de 4 617 757 y rural de 3 952 397 (INE, 2016). Según el censo del INE en el 2013 Honduras tenía 2 158 041 vivienda (INE, 2013, p. 4). De acuerdo a datos de la ENEE para diciembre del año 2015, el índice de cobertura a nivel nacional alcanza aproximadamente 74% (ENEE, 2016, p. 3), al calcular con el dato de vivienda del INE se tienen 1 596 950 viviendas con energía eléctrica y con datos del INE que en el año 2013 en los hogares existe un promedio de 4.1[30] persona por hogar al multiplicar por la cobertura de viviendas que tienen energía eléctrica hace un total de población de 7 186 275 (84% población), dato que se digitalizará en el Toolkit N2.

Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $0.02 \leq x \leq 0.25$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 0.07 g Hg por persona, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 33).

[30] https://diem.jimdo.com/institucional/sistema-de-indicadores-socio-demográficos/estadísticas-de-honduras/

Tabla 33. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por habitante–Uso de interruptores eléctricos y relés con Mercurio.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad habitantes/año 2015	Tasa actividad mejor aproximada población/año (a)			Factor de entrada 0.02-0.25 g Hg/por habitante (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Número de Habitantes	8 570 154	8 570 154	8 141 646	8 998 662	0.07	0.02	0.25

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, se consideró el uso aproximado de interruptores eléctricos y relés con Mercurio, porque se obtuvo con base a la población del año 2015. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos de proyecciones del INE.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el cálculo de la emisión al aire y las liberaciones (suelo y los residuos) se consideró el dato del PNUMA que es el 30% se emite al aire, 40% se libera al suelo y 30% en los residuos. A los residuos de los dispositivos no hay recolección por separada (Véase tabla 34).

Tabla 34. Liberación de Mercurio en el año 2015– Uso de interruptores y relés con Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
823	126.77	-	169.02	-	126.77	-	422.56	281	1280

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.5.3 Fuentes de luz con Mercurio

El Mercurio se usa en pequeñas cantidades por lámpara en diversos tipos de lámparas de descarga; los ejemplos más comunes son los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas. El resto son CFL o lámparas de especialidad (como las lámparas de metal halógeno, de vapor de Mercurio, de Sodio de alta presión y de Neón) producidas para un uso comercial o municipal, como el alumbrado público. Todavía no existen en el mercado alternativas sin Mercurio para este tipo de lámparas, con cualidades similares de ahorro de energía. Adicionalmente existen otras fuentes de luz con contenido de Mercurio: lámparas especiales para fotografía, análisis químicos (espectrometría de absorción atómica), esterilización ultravioleta y luces posteriores para los monitores planos de las computadoras (y seguramente para las pantallas de los televisores).

El Mercurio elemental se introduce al tubo durante el proceso de manufactura y actúa como una fuente multifotón, produciendo luz ultravioleta cuando la corriente eléctrica atraviesa el tubo. El Mercurio de las lámparas fluorescentes tiene básicamente dos composiciones químicas distintas: Mercurio elemental en fase de vapor y Mercurio divalente adsorbido en el polvo fosforoso, los extremos metálicos de la lámpara u otros componentes (SEMARNAT, 2008, p. 139).

Al igual que para termómetros e interruptores eléctricos/relevadores, las liberaciones de Mercurio relacionadas a este tipo de productos pueden ocurrir: durante su producción, durante su uso normal, y en su disposición.

De acuerdo a los datos del Inventario N1 año 2016, en Honduras no se produce lámparas, pero si se usan según registrado por SARAH/SAR en 2015 de 1391 t/año importados de fuentes de luz con Mercurio, aplicando la conversión en la herramienta Toolkit se obtuvo una aproximado 22 586 235 unidades de lámparas importados el 2015 (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, pp. 83-86), dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit N2.

En relación al factor de entrada fue considerado el intervalo propuestos por el PNUMA, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}) que se calculó con la distribución normal logarítmica dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 35).

Tabla 35. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por unidad–Uso de fuentes de luz con Mercurio.

Nombre de la Fuente	Kilogramos importados al año	Tasa de actividad unidades vendidas/año	Tasa actividad mejor aproximada unidades usados/año (a)			Factor de entrada mg Hg por unidad (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Tubos fluorescentes	247 748.44	2 477 484	2 477 484	2 353 609	2 601 358	20	10	40

Nombre de la Fuente	Kilogramos importados al año	Tasa de actividad unidades vendidas/año	Tasa actividad mejor aproximada unidades usados/año (a)			Factor de entrada mg Hg por unidad (b)		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
de doble extremo								
Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL de un solo extremo	828 027.04	16 560 541	16 560 541	15 732 515	17 388 568	8.66	5	15
Vapor de mercurio de alta presión	138 019.39	1 380 194	1 380 194	1 311 184	1 449 204	30	10	33 (c)
Lámparas de sodio de alta presión	138 019.39	1 380 194	1 380 194	1 311 184	1 449 204	17.32	10	30
Lámparas de halogenuros metálicos	39 391.11	787 822	787 822	748 431	827 213	25	8.33	28 (c)

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP se calculó el dato sobreestimado de fuentes de luz con Mercurio, esto debido que se utilizó los datos de importación de SARAH/SAR. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos de importación de SARAH/SAR.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental del PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

c) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron calculados el F_{MIN} (1/3 F_{MP}) y el factor F_{MAX} fue considerado estimándolo como tres veces el valor del T_{MAP} (factor de 3), esto porque el instrumental el resultado del factor de entrada en la elaboración del balance de masa sale más bajo que el propone un intervalo del PNUMA, lo cual fue calculado asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el cálculo de la emisión al aire y las liberaciones (suelo y residuos), el dato considerado fue el propuesto por el PNUMA que es el 30% se emite al aire, 30% se libera al suelo, y 40% en los residuos. A los residuos de las fuentes de Luz con Mercurio no hay recolección separada (Véase tabla 36).

Tabla 36. Liberaciones de Mercurio en el año 2015–Uso de fuentes de luz con Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
278	83.39	-	83.39	-	111.19	-	288	192.59	401.5

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.5.4 Baterías con Mercurio

El uso de Mercurio en diversos tipos de baterías ha sido muy amplio y éstas representan uno de los productos emblemáticos que contienen Mercurio. El Mercurio se ha usado principalmente (o quizás exclusivamente) en baterías primarias, es decir, no recargables.

Algunas marcas comercializadas en la escala Nacional o Regional todavía tienen Mercurio añadido. La mayoría de las baterías con celda de botón de tipo alcalino, óxido de Plata y Zinc/aire todavía contienen Mercurio (en concentración aproximada de hasta 1% en peso) (SEMARNAT, 2008, p. 144).

Existen otros tipos de baterías que en la actualidad se consideran sin Mercurio. Además no hay que olvidar la importación y exportación en cantidades considerables dentro de los empaques de otros productos, como aparatos electrónicos, juguetes, tarjetas con sonido, etc.

Según los resultados del Inventario N1 del año 2016, en Honduras no se producen baterías, pero si se usan según registrado por SARAH/SAR en 2015 de 1657.94 t/año importados baterías con Mercurio (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, pp. 88,89), dato que se digitalizó en el instrumental del Toolkit.

En lo que respecta al Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), calculado por el intervalo propuesto por el PNUMA, a través de la distribución normal logarítmica dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 37).

Tabla 37. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por unidad–Consumo de baterías con Mercurio.

Nombre de la Fuente	Kilogramos importados en el año 2015	Tasa de actividad t/año	Tasa actividad mejor aproximada t/año **(a)**			Factor de entrada kg Hg/ t baterías **(b)**		
			MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Celdas de Botón de Zinc-Aire	1061.89	1.06	1.06	1.007	1.113	12	4	15 **(c)**
Celdas Alcalinas de Botón	79 833.34	79.83	79.83	75.84	83.82	5	1.67	8 **(c)**
Celdas de Botón de Óxido de Plata	321.16	0.32	0.32	0.304	0.336	4	1.33	7 **(c)**
Alcalinas, de formas distintas a las de Celda de Botón	1 495 519.21	1576.73	1576.73	1497.89	1655.57	0.25	0.08	3.25 **(c)**

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP es un consumo sobreestimado de baterías con Mercurio, esto debido que se utilizó los datos de importación de SARAH/SAR. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos de importación de SARAH/SAR.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental del PNUMA Toolkit N2 Versión 1.3 noviembre y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

c) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron calculados el F_{MIN} (1/3 F_{MP}) y el factor F_{MAX} fue considerado estimándolo como tres veces el valor del T_{MAP} (factor de 3), esto porque el instrumental solo propone un dato y había que calcular el intervalo, lo cual fue calculado asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el cálculo de la emisión al aire y las liberaciones (suelo y al residuo), considerados los datos del PNUMA tales como: 25% se emite al aire, 25% se libera al suelo, y 50% en los residuos. A los residuos de las baterías con Mercurio no hay recolección por separada (Véase tabla 38).

Tabla 38. Liberaciones de Mercurio en el año 2015– Consumo de baterías con Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
807	201.83	-	201.83	-	403.67	-	807	388	1849

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.5.5 Poliuretano con uso de catalizador con Mercurio

Los elastómeros de poliuretano de dos componentes (polímeros elásticos), con muchas aplicaciones, y los catalizadores como opción para la catálisis de la reacción han sido durante mucho tiempo compuestos orgánicos de Mercurio.

Ahora, sin embargo, hay más alternativas libres de Mercurio que además cuentan con un uso extendido. Tenga en cuenta que el uso del Mercurio que contiene catalizadores para poliuretanos difiere de la utilización de catalizadores en la producción de monómeros (por ejemplo, el CVM) en cuanto a la forma en que el catalizador se incorpora en los poliuretanos en el producto final y en su uso y eliminación.

Los productos de elastómero de poliuretano se utilizan para una amplia gama de productos ya acabados como rodillos, solerías, tapones, encapsulados de componentes electrónicos, suelas de zapatos, amortiguación y reparación de instalaciones industriales. Sin realizar un análisis químico puede ser difícil distinguir entre el poliuretano elástico (también llamado PU o PUR) que contiene mercurio y el que no, es por ello que queda en signos de interrogación porque según SARAH/DEI, en el 2015 hubieron importaciones de 95.86 toneladas de poliuretano con un contenido de hilados de elastómeros superior o igual al 5% en peso, pero no se sabe si contiene Mercurio.

5.5.6 Biocidas y pesticidas con Mercurio

El Mercurio ha sido utilizado básicamente como conservador de diversos productos farmacéuticos (vacunas, gotas oftálmicas, medicamentos a base de hierbas, entre otros). Por ejemplo, el Timerosal o Tiomersal (Etil Tiosalicilato) se ha usado durante décadas para evitar el crecimiento de diversos patógenos en las vacunas. El uso de Mercurio en vacunas y gotas oftálmicas, además de otros productos farmacéuticos, ha disminuido considerablemente en años, no obstante, su producción y uso sigue vigente. Las liberaciones pueden tener lugar durante la el uso y la disposición de estos productos. En Honduras existen productos con este ingrediente activo Timerosal (Fungifar y Merthiolate), pero no se tienen datos de producción e importación.

Otros uso del Mercurio corresponde al sector agrícola, como fungicida. En 1991 y 1999, Honduras emitió dos resoluciones prohibiendo el registro y la comercialización de plaguicidas extremadamente tóxicos, y son las resoluciones No. 09-91 y No. 014-99. La Secretaría de Recursos Naturales en su resolución 09-91 prohibió los compuestos órgano-mercuriales y mercuriales y compuestos de plomo.

El Instrumental Normalizado del PNUMA no incluye factores de entrada, factores de distribución a utilizar por defecto en las actividades de producción o uso de biocidas y plaguicidas, por lo que para los fines de este Inventario, las liberaciones de Mercurio derivadas de esta fuente no fueron estimadas.

5.5.7 Pinturas con Mercurio

Antiguamente solía añadirse Acetato fenilmercúrico, y otros compuestos de Mercurio parecidos, a las pinturas a base de agua como biocidas, y tal vez sigan añadiéndose en algunos países. El propósito de estos compuestos era extender la vida útil de almacenamiento al controlar la fermentación bacterial dentro de la lata (conservadores al interior de la lata).

En Estados Unidos se puso fin al uso de biocidas de Mercurio en pinturas en 1991. Antes de dicha prohibición, en ese país se usaban compuestos de Mercurio en 25 a 30% de todas las pinturas de Látex (no se usaba en pinturas a base de Aceite), y en 20 a 35% de las pinturas exteriores de Látex (SEMARNAT, 2008, p. 150). De acuerdo a las investigaciones de algunas empresas en el país que se visitaron estan produciendo pinturas y pigmentos libres de Mercurio y Plomo, esto queda fundamentado en los registros de la empresas no se encontró compuestos de Mercurio en la elaboración de pinturas, por lo que para los fines de este Inventario, las liberaciones de Mercurio derivadas de esta fuente no fueron estimadas.

5.5.8 Productos cosméticos y relacionados con Mercurio

El Mercurio se ha usado en cremas y jabones para aclarar la piel, y como conservador en algunos cosméticos para los ojos. Estos productos son raros o sencillamente no existen en algunos países; su producción y uso ha disminuido bastante en Occidente en décadas recientes. Sin embargo, en otros países tanto la producción como el consumo continúan. Las liberaciones pueden tener lugar durante la

producción, el uso y la disposición de estos productos, los jabones contienen hasta 3% de Yoduro de Mercurio (HgI_2) y las cremas hasta 10% de Mercurio Amoniacal.

Se visitaron al menos dos empresas en el pais, que manifestaron producir jabones o cremas, sin embargo, ninguno de ellos emplea Mercurio o compuestos del Mercurio para la producción de jabones o cremas para "blanqueado" de piel, por lo que para los fines de este Inventario, las liberaciones por uso de cremas o jabones blanqueadores de piel con contenido de Mercurio han sido consideradas como nulas o despreciables dada la falta de información en referencias confiables sobre el consumo nacional de estos productos. Es importante destacar que no se descarta el uso de este producto que este siendo vendido en los mercados nacionales, por lo que se recomienda realizar estudios más profundo en especial en productos cosméticos.

5.6 Otros usos intencionales en productos y procesos

5.6.1 Amalgamas dentales de Mercurio

El Mercurio se libera al aire, el agua y residuos, el uso y la disposición de empastes de amalgama (por ejemplo, después de retirar empastes o dientes empastados durante procedimientos médicos/dentales, o bien cuando se caen los dientes). Además, puede haber liberaciones al final de la vida de una persona que lleva empastes. Por ejemplo, las amalgamas dentales son uno de los principales factores determinantes de liberaciones de Mercurio en crematorios.

En las clínicas dentales se aplica parte de la amalgama mezclada, pero siempre sobra cierta cantidad o residuo, el cual suele recogerse como residuo o bien para su reciclaje (especialmente debido al valor de la Plata). Es común ajustar el empaste a la superficie, proceso que libera fracciones de amalgama al sistema de aguas residuales. Asimismo, en la renovación rutinaria de empastes de amalgama se extrae el empaste viejo y algunas partículas llegan al sistema de aguas residuales (SEMARNAT, 2008, p. 155).

El uso de los empastes o amalgamas de Mercurio por parte de los profesionales de la odontología se da principalmente en los centros de atención odontológicos del sector público. El sector público de servicios de la salud es el principal comprador de productos para colocar amalgamas dentales. La venta de los productos para colocar amalgamas, como el Mercurio elemental o las amalgamas pre-dosificadas se hace en depósitos dentales, que son comercios especializados en la venta de productos y equipo para odontología. De los cinco principales centros de distribución de productos odontológicos de la ciudad de Tegucigalpa, tres afirmaron vender tanto el Mercurio elemental para preparar la amalgama como las amalgamas pre-dosificadas. La venta de estos productos no está restringida o controlada solo para odontólogos profesionales, por lo que se puede adquirir en estos centros para otros fines (CESCCO , 2011, p. 42)

En un estudio elaborado por GAR de Mercurio (2016), sobre la evaluación detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos en dos hospitales

públicos (Hospital Escuela Universitarios y Hospital Nacional Mario Catarino Rivas) se identificó 80 cápsulas pre-dosificadas con un total de Mercurio de 16 gramos, en unos de los hospitales evaluados, por lo que se confirma el uso de este producto en el instrumental.

Según la OMS (2011) el personal odontología era de 1371 médico, con una densidad por 10 000 habitantes de 2.1 médicos (OMS, 2011, p. 118), siendo una densidad por cada 1000 habitantes de 0.21 médico. Según datos del INE la población total del 2015 fue de 8 570 154 (INE, 2016), dato que se digitalizó en el instrumental Toolkit N2.

Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $0.05 \leq x \leq 0.2$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 0.1 g Hg por persona, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 39).

Tabla 39. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por habitantes–Uso de amalgama dentales de Mercurio.

Nombre de la fuente	Tasa de actividad habitantes/año 2015	Tasa actividad mejor aproximada población/año (a)			Factor de entrada 0.05-0.2 g Hg/por habitante (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Número de Habitantes	8 570 154	8 570 154	8 141 646	8 998 662	0.1	0.05	0.2

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, fue el uso de amalgama dental aproximado, esto debido a que se calculó con la población del año 2015. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos de proyecciones del INE.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el cálculo de la emisión al aire y las liberaciones (agua, residuos y disposición final) se tomará en cuenta el dato del PNUMA que es el 2% se emite al aire, 14% se libera al agua, 12% en los residuos y 12% se libera a la disposición final (Véase tabla 40).

Tabla 40. Liberaciones de Mercurio en el año 2015– Uso de amalgama dentales de Mercurio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
857	17.14	119.98	_	_	102.84	102.84	342.8	223.2	526.5

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.6.2 Manómetro y esfigmomanómetros

El Mercurio se usa en algunos medidores de presión sanguínea, manómetros industriales y meteorológicos, y válvulas de presión. La probabilidad de que los medidores de presión sanguínea se vendan con contenido de Mercurio es alta. En el caso de las válvulas de presión para calefacción urbana y para usos educativos, el Mercurio metálico que emplean suele venderse por separado, es decir, no está integrado en el producto. El Mercurio puede suministrarse durante el período de uso de todos los tipos mencionados y puede desecharse con los dispositivos o por separado.

Existen alternativas sin Mercurio para todos los usos y poco a poco están sustituyendo los equivalentes con Mercurio en algunos países. Debe destacarse que la cuantificación de Mercurio suministrado por separado para dichos usos puede ser difícil de distinguir de otras formas de consumo de Mercurio metálico.

En el estudio de evaluación detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos en dos hospitales públicos se realizó un Inventario de dispositivos que contiene Mercurio (GAR de Mercurio, 2016) empleando el Toolkit de la organización Salud Sin Daño, donde se identificó los tipos de dispositivo esfigmomanómetros para descargo 25 Hospital Escuela Universitarios y 2 esfigmomanómetros para descargo y torre para calibración del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.

Desafortunadamente el instrumental normalizado del PNUMA, no incluye factores de entrada y distribución, que puedan ser utilizados por defecto para este tipo de fuente, de tal forma que estas liberaciones no han sido incluidas en el presente Inventario. En los registros de importación por SARAH/SAR,no es posible obtener este dato por lo que no se descarta el uso de este producto que este siendo vendido en los mercados a nivel nacional o ya esten vendiendo los de alternativa sin Mercurio, por

lo que se recomienda realizar estudios más detallado en especial en productos de manómetros y esfigmomanómetros.

5.6.3 Químicos y equipo de laboratorio

Según el instrumental, el Mercurio se usa en los instrumentos, reactivos, preservadores y catalizadores utilizados en laboratorios de prueba y calibración. Parte de ese Mercurio se libera al aire, sobre todo a través del sistema de ventilación de las instalaciones, sin embargo, la mayor parte del Mercurio normalmente es liberado al agua o residuos.

Lo más probable es que para muchos de los productos químicos el uso total de Mercurio sea muy bajo. Puede que el Mercurio se haya sustituido en parte del equipo y para algunos de los métodos analíticos mencionados. Algunos análisis estándar parecen, no obstante, difíciles de sustituir en la práctica – incluso a pesar de estar disponibles los sustitutos en muchos casos – porque los estándares se encuentran ahí para mejorar la reproductibilidad de las prácticas analíticas y por tanto favorecer la notoriedad, y también se requieren frecuentemente en la regulación pública.

En el estudio de evaluación detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos en dos hospitales públicos (Hospital Escuela Universitarios y Hospital Nacional Mario Catarino Rivas) en 2016, realizó un Inventario de dispositivos que contiene Mercurio (GAR de Mercurio, 2016) empleando el Toolkit de la organización Salud Sin Daño, donde se identificó los tipos de dispositivo, total de unidades y total de Mercurio en gramos (Véase tabla 41 y 42).

Tabla 41. Inventario de dispositivos con Mercurio en el Hospital Escuela Universitario (HEU), Tegcigalapa M.D.C.

Fuentes de Mercurio	Tipos fuentes de Mercurio	Total en unidades	Total de Mercurio en gramo
Sondas	Bougies (set)	1	3000.00
Esfigmomanómetros (por marca)	ADC	2	160.00
	OMRON Healthcare	1	80.00
Termómetros	Para fiebre	531	265.50
	10-15 cm	4	8.00
	25-30 cm	1	6.00
	Mini-max, Refrigerator, or Food Service	6	12.00
Iluminación	Lámparas fluorescentes (mg/m^3)	14775	8421.75
	Lámparas de Vapor de Mercurio/Sodio de Alta Presión	1	0.06
	Lámparas de Vapor de Mercurio/Sodio de Alta Presión	17	1.02
Laboratorio	Oxido de Mercurio (frascos	12	5443.2

Fuentes de Mercurio	Tipos fuentes de Mercurio	Total en unidades	Total de Mercurio en gramo
Interruptores	Controles de las calderas, 70 g/ampolla	4	280.00
	Termostatos	37	37.00
Residuos	esfigmomanómetros para descargo	25	2000.00
Odontología	Cápsulas pre-dosificadas	80	16.00
Total de Mercurio (gramos)			**19 730.53**

Fuente: Evaluación detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos en dos hospitales públicos (HEU y HNMCR), GAR de Mercurio (2016).

Tabla 42. Inventario de dispositivos con Mercurio en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (HNMCR) de San Pedro Sula, Cortés.

Fuentes de Mercurio	Tipos fuentes de Mercurio	Total en unidades	Total de Mercurio en gramo
Sondas	Bougies (set)	1	3000.00
Esfigmomanómetros (por marca)	Torre para calibración	1	80.00
Termómetros	Para fiebre	10	5.00
	18 cm	1	4.00
	25-30 cm	1	6.00
Iluminación	Lámparas fluorescentes (mg/m^3)	7266	4141.62
Laboratorio	Fijadores y tintes (mg/L) (= 1:1000)	14	14.00
	Oxido de Mercurio (frascos)	6	750.00
Interruptores	Termostatos	4	4.00
Residuos	Residuos de Mercurio (frascos)	1	5.00
	Esfigmomanómetros para descargo	2	160.00
Total de Mercurio (gramos)			**8169.62**

Fuente: Evaluación detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud Modelo para Sustitución y Eliminación de Dispositivos en dos hospitales públicos (HEU y HNMCR), GAR de Mercurio (2016).

Desafortunadamente, el instrumental normalizado del PNUMA, no incluye factores de entrada, factores de distribución, para el uso y disposición de químicos y equipos de laboratorio. Además no se tiene información de la cantidad de químicos y equipo de laboratorio en caso de que se realicen importaciones de manera que estas liberaciones no fueron estimadas en el presente Inventario.

5.6.4 Uso del metal Mercurio en rituales y medicina tradicional

De acuerdo al Instrumental Normalizado del PNUMA, existen ciertas prácticas culturales y religiosas que incluyen el uso del Mercurio. Hay personas que llevan el Mercurio en una bolsa sellada o en el bolsillo

como amuleto, otras que lo rocían en los pisos de sus hogares o automóviles, lo queman en velas y lo mezclan con sus perfumes. Sin embargo, en Honduras no se identificó estas prácticas culturales y religiosas, pero se venden en tiendas esotericas y si las hay en el país. Además en el instrumental no incluye factores de entrada, factores de distribución a utilizar por defecto para estas actividades, de manera que sus liberaciones se consideró nula en el presente Inventario.

5.6.5 Uso de productos misceláneos, usos de metal Mercurio y otras fuentes

Existen algunos productos, usos, que fueron clasificados como misceláneos en el instrumental, con potencial de contener Mercurio, sin embargo, el instrumental no presenta descripciones detalladas, factores de entrada, factores de distribución, de manera que sus liberaciones no fueron estimadas en el presente Inventario. En un estudio de evaluación detallada de Línea Base de Establecimientos de Salud, realizaron un inventario de dispositivos que contiene Mercurio encontraron dispositivos como tubos de bougie, termostatos (GAR de Mercurio, 2016) y así otros identificados como juguetes ejecutivos.

5.7 Producción de Metales reciclados (producción secundaria)

5.7.1 Producción de Mercurio reciclado- producción secundaria

Existen tres tipos básicos de producción secundaria de Mercurio: (a) Recuperación de Mercurio líquido en equipos desmantelados; (b) Recuperación de Mercurio en productos de residuos mediante procesos de extracción; y c) Recuperación procedente de manómetros, termómetros y otro equipamiento.

El segundo tipo de producción implica el procesamiento de productos de desecho, desperdicios industriales y lodos con contenido de Mercurio mediante procesos térmicos o de extracción química. Las mismas plantas de reciclaje pueden utilizarse para la recuperación de Mercurio en residuos minerales de la minería, procesamiento primario de Zinc u otros metales. Por lo general, estas actividades se conocen como recuperación de subproductos de Mercurio para diferenciarlas del reciclaje posterior al uso por parte del consumidor.

Es importante mencionar que en Honduras existe una empresa minera que en el 2015 recuperó como subproducto 239.6 kilogramos de Mercurio, a través de la retorta y Scrubber aunque el producto principal es el Oro y la Plata. Hasta el 3 de abril de 2017 se tenía un inventario almacenado en una bodega 3 toneladas de Mercurio recuperado temperatura de $16^{\circ}C$.

Una de las empresas recicladoras que tritura lámparas fluorescentes con Mercurio tiene almacenado en 36 barriles 7.46 toneladas de residuos de los cuales en cada uno de los barriles se encuentran filtros donde queda atrapado el Mercurio. En cada tonelada de lámparas triturada se tiene un promedio de 21.43 g Hg por tonelada, tomando este dato en total se tiene 159.81 g de Mercurio almacenado en los barriles. Otra de las empresas que prestan este servicio de trituración de lámparas con Mercurio lo dispone en rellenos sanitarios.

La producción secundaria de Mercurio tal como lo menciona el instrumental no existe en el país como: recuperación de Mercurio líquido en equipos desmantelados, recuperación de Mercurio en productos de residuos mediante procesos de extracción y recuperación procedente de manómetros, termómetros y otro equipamiento, de manera que sus liberaciones en esta subcategoría fueron nulas en el presente Inventario.

5.7.2 Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)

La producción de hierro y acero a partir de chatarra puede liberar Mercurio resultante de la presencia de impurezas naturales de Mercurio en los materiales originales, así como la presencia de contaminación por Mercurio a partir del uso antropogénico de este metal (por ejemplo, interruptores de Mercurio en autos que pasan al proceso de reciclaje de hierro/acero).

En Honduras la producción de metales ferrosos reciclados de hierro y acero es baja de acuerdo a los resultados obtenidos en las visitas de campo a una de las empresas, la fundición la realizan en hornos de inducción que alcanzan temperatura hasta 1800 ℃ (Véase ilustración 12), por lo que se obtuvieron los datos que se presentan en la tabla 43.

Tabla 43. Producción de mátales ferrosos reciclados (hierro y acero).

Metal reciclado	Cantidad de material utilizado	Cantidad de producción	Temperatura de fusión ℃
Hierro	141.36	134.63	1450
Acero	51.39	48.96	1620
Aluminio	4.35	4.26	620

Fuente: Empresa Recicladora de Metal, GAR de Mercurio (2017).



Ilustración 11. Producción de Metales ferrosos reciclados (Hierro y Acero) de piezas de vehículos, donde se muestra la fundición la realizan en hornos de inducción que alcanzan temperatura hasta 1800 ℃, 19 de abril, Proyecto GAR de Mercurio, 2017.

Se menciona que si bien los vehículos más modernos han suprimido estos elementos, el uso cada vez mayor de la tecnología ABS, incorpora más Mercurio. El instrumental sugiere utilizar como tasa de actividad la cantidad de vehículos que son enviados como chatarra y propone un factor de entrada por vehículo. En Honduras antes de llegar a la empresa de fundición, los distintos productos (ej. autos, heladeras y otros electrodomésticos) pasan por diversos actores, en general pequeños y en muchos casos informales, que los desarman y toman distintos elementos de valor. Esto implica, que llegan en partes, según información de la empresa compran de acuerdo a la demanda de fundiciones.

Considerando lo que propuso Uruguay que cada vehículo que provienen de las chatarreras, chapa (sin neumáticos, motor, asientos, etc), estimó 300 kg por vehículo (DINAMA, 2010, p. 69), al utilizar este datos de la cantidad reciclada es 191.1 tonelada y el vehículo con un peso de 0.3 toneladas se obtuvo 657[31] vehículos reciclados al año, dato que se digitalizó en el Toolkit N2.

Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $0.2 \leq x \leq 2$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 0.63 g Hg por vehículo, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 44).

Tabla 44. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por vehículo reciclado– Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero).

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad vehículos reciclados/año	Tasa actividad mejor aproximada vehículos reciclados/año **(a)**			Factor de entrada 0.05-0.2 g Hg/por vehículo **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Vehículos reciclados	657	657	591	723	0.63	0.2	2

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP el aproximado de vehículos reciclados de acuerdo a la cantidad de material reciclado, información que fue brindada por la empresa para la producción de metales. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 10%, por la conversión que se realizó en el cálculo del peso de un carro.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

31

$$Cáculo\ del\ numero\ de\ vehículos\ reciclados = 197.1\ t\ recicladosx\frac{1\ vehículo}{0.3\ t} = 657\ vehículos$$

Para el cálculo de la emisión al aire y las liberaciones (suelo y residuos) se tomaron en cuenta los datos del PNUMA como: el 33% se emite al aire, 34% se libera al suelo, 33% en los residuos (Véase tabla 45).

Tabla 45. Liberación de Mercurio en el año 2015–Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero).

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
0.7227	0.24	_	0.25	_	0.24	_	0.73	0.20	0.852

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.7.3 Producción de otros metales reciclados

En principio, es posible que el aluminio, cobre y zinc, así como otros metales que se reciclan contengan Mercurio. En el caso de la mayoría de los metales, los procesos para su fabricación original indican que las impurezas naturales de Mercurio en la materia prima no siguen a los metales producidos en un grado alto. De tal forma que la mayor parte de las entradas de Mercurio al reciclaje de metales no ferrosos, de haberlas, se originaría en el uso del Mercurio y otros materiales, productos o componentes con contenido de Mercurio. En el país no se identificaron la producción de otros mátales reciclados, de manera que sus liberaciones en esta subcategoría fueron nulas en el presente Inventario.

5.8 Incineración de residuos

5.8.1 Incineración de residuos municipales o generales

El contenido de Mercurio en residuos urbanos o generales surge a partir de tres grandes grupos: (a) El Mercurio utilizado deliberadamente en productos desechados y/o residuos de procesos; (b) Impurezas naturales de Mercurio en grandes volúmenes de material (plásticos, papel, etc.) y minerales, y; (c) El Mercurio como contaminante traza antropogénico en grandes volúmenes de material. Las concentraciones de Mercurio dependen directamente de las entradas de este metal a los residuos, y por lo tanto, varían considerablemente en función de las circunstancias.

Durante la inspección a las cuatro incineradoras en el país se identificó la incineración de 30 toneladas de residuos municipales, lo cual se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $1 \leq x \leq 10$ g Hg,

obteniéndose como factor de entrada, 0.15 g Hg por tonelada incinerada, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2. Según el instrumental del PNUMA el 100% se emite al aire siendo un total de 0.03 kg Hg/año.

5.8.2 Incineración de residuos peligrosos

El contenido de Mercurio en la cadena de residuos peligrosos procede principalmente de la utilización deliberada de Mercurio en productos desechados y procesado de residuos. Algunos residuos peligrosos se incineran como parte de la gestión del tratamiento o eliminación. Las concentraciones de Mercurio dependen directamente de las entradas de Mercurio en los residuos y, por consiguiente, pueden variar en función de los países y las circunstancias.

Se debe considerar como residuos peligro cualquier producto de consumo que se etiquete de tal manera y entre en la cadena de residuos, entre otros disolventes y otros hidrocarburos volátiles, pinturas y tintes, productos químicos incluidos plaguicidas y herbicidas, productos farmacéuticos, pilas, combustibles, petróleo y otros lubricantes, así como productos que contengan metales pesados superiores a las concentraciones de trazas. Además, se consideran residuos peligrosos todos los materiales contaminados con estos materiales tales como trapos de limpieza o papel, madera tratada, residuos de producción, etc.

El contenido de Mercurio en los residuos peligrosos tiene su origen básicamente en el uso deliberado de Mercurio en productos desechados y/o residuos de procesos industriales. Normalmente, parte de los residuos peligrosos se incinera dentro de un proceso de tratamiento/disposición. Las concentraciones de Mercurio dependen directamente de las entradas de este metal a los residuos, y por lo tanto, varían considerablemente en función de las circunstancias.

Es importante mencionar que dentro del proceso de producción de cemento, se desarrolla la actividad de valoración de residuos especiales denominada coprocesamiento en hornos de cemento; que en resumen se puede definir como una valoración energética y como materia prima de residuos. Las empresas cementeras valorizaron 3467.66[32] t/año en residuos sólidos de tipo industrial y t/año de aceites usados en el año 2015. El coprocesamiento se debe incentivar en el país con otras industrias siempre y cuando cumplan con las normas nacionales, como es el caso de la industria cementera que se han convertido en un aliado importante como alternativa de la disposición final de residuos de manera segura y siguiendo las normas ambientales, tanto nacionales del país, como internacionales.

En el país se identificaron cuatro incineradoras[33] y una incineradora de una empresa minera que en total se incinero 4575 toneladas de residuos peligrosos en el año 2015, siendo el dato que se digitalizó en el

[32] Cantidad de residuos sólidos de tipo industrial y t/a de aceites usados en coprocesamiento en hornos de cemento como una valoración energética y como materia prima de residuos no se tomará en cuenta en el Toolkit N2, para evitar duplicidad de emisiones de liberación de Mercurio (Valor que está incluido en la producción).

[33] Son quemadores en condiciones no controladas.

instrumental Toolkit N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $8 \leq x \leq 40$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 17.9 g Hg por tonelada de residuos peligrosos incinerado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase ilustración 13 y tabla 46).

Tabla 46. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada incinerada–Residuos peligrosos incinerados.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad residuos peligroso incinerados t/año	Tasa actividad mejor aproximada residuos peligroso incinerados t/año **(a)**			Factor de entrada 8-40 g Hg/por tonelada incinerada **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Residuos peligrosos incinerados	4575	4575	4346	4805	17.9	8	40

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, los datos fueron reales de la incineración de residuos peligrosos, obtenidos de la información brindada por las empresas que se dedican a prestar este servicio a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos reales de las empresas incineradoras.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el control de emisiones no hay dispositivos de reducción de emisiones por los que según el instrumental del PNUMA, el 100% se emite al aire (Véase tabla 47).

Tabla 47. Liberación de Mercurio en el año 2015–Cantidad de residuos peligrosos incinerados.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año **a)**							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año **b)**	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición Residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
82	81.89	_	_	_	_	_	82	49.99	134.15

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición Residuos	Total	Límite inferior	Límite superior

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.



Ilustración 12. Incineradores de residuos peligrosos y médicos, que alcanzan temperaturas hasta 700 ℃ (derecha) y trituradora de lámparas fluorescentes con Mercurio (Izquierda), 18 de abril, Proyecto GAR de Mercurio, 2017.

Según OMS/CEPIS[34]el incinerador constituye el método de eliminación definitiva más efectivo ya que reduce el 90% del volumen y el 75% del peso y consigue una esterilización adecuada. Destruye, además, los fármacos citotóxicos. Requiere controles especiales ya que las cenizas y los gases producidos son tóxicos, por lo que debe cumplir con varias normas técnicas ((OMS/CEPIS, 1998):

a. El incinerador deberá disponer de una cámara de combustión primaria, una cámara secundaria y alcanzar una temperatura de 800° y 1000° C respectivamente. En la cámara primaria se queman los desechos produciéndose cenizas y gases, entre los cuales se encuentran las dioxinas que pueden generar cáncer. En la secundaria, estos gases son combustionados completamente convirtiéndose en vapor de agua, CO_2 y restos de óxidos de nitrógeno y ácido clorhídrico. Para esto se requiere un tiempo de permanencia de los gases de por lo menos 2 segundos, y una concentración de oxígeno mayor del 6%.

[34] http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind62/guiamane/manuma.html

b. Para que los desechos sean destruidos en la cámara primaria, se requiere un tiempo de permanencia de por lo menos 1 hora, temperatura de 800° C y turbulencia suficiente para movilizar los residuos.

c. Estará ubicado en un sitio que no represente riesgo para los pacientes, el personal o la comunidad cercana, es decir lejos de bodegas, de tanques de oxígeno y de recipientes de sustancias combustibles o explosivas.

d. Las cenizas resultantes del proceso de incineración deben considerarse como residuos peligrosos ya que contienen plomo, cadmio, cromo, mercurio y arsénico. Deben ser enviadas en una funda debidamente etiquetada como residuo peligroso al relleno sanitario.

e. Para evitar la contaminación se debe considerar:
   - Control de emisiones a la atmósfera: especialmente partículas y ácido clorhídrico que pueden dar una idea general del nivel de la eficiencia del funcionamiento del incinerador.
   - Control de temperatura: 1000° C en la cámara secundaria
   - La altura de la chimenea
   - Las determinaciones de las emisiones deben realizarse por lo menos cada 6 meses.
   - No debería observarse humo ni existir olor desagradable en la chimenea.

5.8.3 Incineración de residuos hospitalarios

Los residuos hospitalarios incluyen residuos infecciosos y no infecciosos generados por las instalaciones relativas a la atención médica, veterinaria o actividades de investigación, tales como hospitales, clínicas, oficinas de doctores y dentistas, residencias de ancianos, clínicas veterinarias, laboratorios médicos y escuelas médicas y departamentos de investigación.

El contenido de Mercurio en la cadena de residuos hospitalarios procede principalmente de la utilización deliberada de Mercurio en productos desechados y procesado de residuos. Las fuentes de Mercurio conocidas son: termómetros, material dental con amalgama de Mercurio, manómetros de presión arterial (y Mercurio perdido procedente de estos), pilas, laboratorios químicos (en las muestras de tejido, etc.), lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad (vapor de Mercurio, haluro metálico, y sodio de alta presión); papel especial y película hidrofílica y pigmentos.

Los residuos hospitalarios generados incluyen disposiciones, sangre, materiales farmacéuticos y de embalaje y herramientas utilizadas para el tratamiento médico de personas o animales. Normalmente, estos residuos se tratan térmicamente mediante incineración a fin de destruir de manera fiable virus, bacterias y patógenos. Un incinerador de residuos hospitalarios es un dispositivo que quema dichos residuos.

En el análisis sectorial de residuos sólidos en Honduras la OPS (2010), se evidenció que de un total de 28 hospitales nacionales, 10 tenían quemadores de residuos, de estos únicamente tres estaban en funcionamiento como: el Hospital Mario Catarino Rivas de San Pedro Sula (no está funcionando actualmente), con capacidad de 80 – 100 kg/día, el Hospital de Puerto Lempira, de Gracias a Dios, incinerando un total de 20.8 t/año y el hospital de San Lorenzo, departamento de Valle con capacidad 20-15 kg/día, incineran 17.55 toneladas (OPS, 2010, p. 104).

En el país se identificaron cuatro quemadores[35] que en total se incineró 5483 toneladas de residuos peligrosos hospitalarios en el año 2015, sumado a los dos quemadores de los hospitales hace un total de 5521 toneladas de residuos hospitalarios incinerados en el año 2015, siendo el dato que se digitalizó en el instrumental Toolkit N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $8 \leq x \leq 40$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 17.9 g Hg por tonelada de residuos peligrosos incinerados, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 48).

Tabla 48. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de residuos hospitalarios incinerados–Cantidad de residuos hospitalarios incinerados.

Nombre de la fuente	Tasa de actividad residuos hospitalarios incinerados t/año	Tasa actividad mejor aproximada residuos hospitalarios incinerados t/año **(a)**			Factor de entrada 8-40 g Hg/por tonelada incinerada **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Residuos hospitalarios incinerados	5521	5521	5245	5797	17.9	8	40

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como T_{MAP} se valoran datos reales de la incineración de residuos hospitalarios, obtenidos de la información brindada por las empresas que se dedican a prestar este servicio a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos reales de las empresas incineradoras.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el control de emisiones no hay dispositivos de reducción de emisiones por los que según el instrumental del PNUMA, el 100% se emite al aire (Véase tabla 49).

[35] Son quemadores en condiciones no controladas.

Tabla 49. Liberación de Mercurio en el año 2015– Cantidad de residuos hospitalarios incinerados[36].

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberación de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición Residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
99	98.83	_	_	_	_	_	99	60.3	161.9

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.8.4 Incineración de lodos cloacales

Los lodos cloacales son producto de todos los procesos para el tratamiento de aguas residuales, independientemente de su origen (aguas residuales provenientes de actividades municipales, agrícolas o industriales). Las concentraciones de Mercurio dependen directamente de las entradas de este metal a las aguas residuales. En Honduras no se identificó incineración de lodos cloacales.

En el 2015 en Honduras existían 117 plantas de tratamiento de aguas residuales y 56 plantas paquete en urbanizaciones residenciales. Es importante destacar que más de la mitad de los sistemas de tratamiento de aguas residuales tratadas inventariados no reportaron producción de lodos y un 13% (9) depositan sus lodos directamente a un botadero, un 9% (6) lo depositan directamente al suelo, un 6% (4) lo utilizan como fertilizante inorgánico, un 3% (2) es enterrado, un 1.5% (1) lo retira una compañía privada y finalmente (GReW/IDB, 2015, p. 57).

5.8.5 Quema informal de residuos

El instrumental normalizado del PNUMA define la incineración informal de residuos como la quema no controlada de residuos que se lleva a cabo de manera informal. Esta quema se lleva a cabo, por ejemplo, en barriles, botaderos municipales y clandestinos, contenedores o al aire libre, y no posee control alguno de emisiones o control de los parámetros de combustión. Cuando los residuos poseen Mercurio, una parte es liberada al aire y la otra permanece en los residuos (con la posibilidad de emitirse al aire o agua posteriormente). Dada la volatilidad del Mercurio, en una quema no controlada normalmente se espera que la mayor liberación ocurra al aire.

[36] Observación son las mismas incineradoras presentes en el país que incineran residuos peligrosos, médicos y municipales.

La OPS (2010) realizó del inventario de residuos sólidos en 38 municipios donde identificó que 27 municipios cuentan con sitios de disposición final de residuos sólidos a cielo abierto, de los cuales en un 70% se generan emisiones al aire por la quema intencional de residuos sólidos, llantas, cables eléctricos, generando emisiones potencialmente peligrosas y malos olores que pueden afectar la salud de la población. En la mayoría de los sitios de disposición se identificó quema de residuos. (OPS/OMS, 2010, p. 24).

Para lograr calcular un estimado de la cantidad de incineración informal de residuos sólidos inorgánicos en el país, se siguió el siguiente procedimiento:

- **Cantidad de disposición final inadecuada de los residuos sólidos**

El BID en el 2015, elaboró un documento sobre la situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe dónde, Honduras tiene una disposición final inadecuada de residuos sólidos de 88.7% (medido como porcentaje de la población) (BID, 2015). En el informe "Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y El Caribe 2010", se estimó que la generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios en Honduras alcanzó 0.61 kg/hab/día (HABITAT, 2012, p. 56). En el Inventario N1 del año 2016 utilizando datos anteriores cálculo la cantidad de residuos depositados inadecuadamente en el año 2015 fue de **1 692 524** t/año [37].

- **Cantidad de residuos hospitalarios incinerados**

Cantidad de incineración de los residuos hospitalarios de los hospitales públicos y privados, hace un total de 5 521 toneladas de residuos hospitalarios (gasas, algodones, guantes, restos humanos, muestra para análisis, tejido orgánico y fluido) incinerados en el año 2015 (calculado en incineración de residuos hospitalarios).

- **Comportamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos**

Con el propósito de lograr obtener una mayor aproximación de tasa de actividad de la quema informal de residuos sólidos en botaderos a cielo abierto y clandestino, se tomó como referencia el estudio estadístico del comportamiento de los residuos sólidos realizado en comunidad urbana Frontera Norte de la ciudad de Mexicali México (1998) los residuos sólidos orgánicos residuos de comida 57.08%, papel y cartón 29.60%, residuos de jardín 11.16%, madera 0.84% y misceláneos 1.32% (Benítez, 1998, p. 69).

OPS/OMS (2003) y BID (2010) realizaron estudios puntuales de composición de residuos sólidos en algunas ciudades del país. Como se aprecia en la existe variación mínima y la media de los orgánicos es de

[37] $Cantidad\ de\ disposición\ final\ inadecuada\ de\ los\ residuos\ sólidos\ = 8{,}570{,}154\ hab * 0.887 * 0.61\ (kg/hab/día)\frac{1\ t}{1000 kg} * 365\ días = \mathbf{1\ 692\ 524.42\ t/año}$

55.27% el mayor porcentaje de la composición de los residuos sólido y 44.73% en los inorgánicos (GEO-MIAMBIENTE, 2014, p. 144).

- Cantidad de residuos comunes y peligrosos hospitalarios generados

La OMS (2011) estimó que para los países en vías de desarrollo, entre los que se encuentra América Latina se generan entre 0.5 kg a 3 kg cama/día de residuos hospitalarios y que de todos los residuos que se generan en las actividades de atención sanitaria, aproximadamente un 80% corresponde a desechos comunes y el 20% a 30 residuos especiales (OMS, 2011).

La SESAL dispone de unidades de salud de segundo nivel (7 hospitales nacionales, 6 hospitales regionales y 16 hospitales de área) y del nivel ambulatorio (438 CESAMO, 1084 CESAR, 72 CMI, 3 CLIPER y 14 CEO) (Véase Anexo 5). Se estima que el 82% por ciento tiene acceso a los servicios de salud, 60% a través de SESAL, 12 por ciento por parte del Instituto Hondureño de Seguridad Social y un 10 por ciento por el sector privado, citado (SESAL, 2015, p. 17).

Actualmente en el país existen un total de 7588 camas hospitalarias (0.97 camas por mil habitantes) distribuidas así: 5201 camas en los hospitales de la Secretaría de Salud, 634 camas en el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS), 1652 en el subsector privado lucrativo y 101 en Organización No Gubernamental (ONGs) y otras instituciones. En términos de personal de salud, se estima que existen 1 medico, 0.34 enfermeras profesionales, 1.3 auxiliares de enfermería y 0.15 odontólogos por cada 1000 habitantes (SESAL, 2015, p. 17).

Para el cálculo de la generación de residuos hospitalarios se tomó en cuenta el valor máximo de la OMS de 3[38] kg cama/día de residuos hospitalarios y las 7588 camas hospitalarias a nivel nacional y todos los residuos que se generan en las actividades de atención sanitaria, aproximadamente un 80% corresponde a residuos comunes y el 20% residuos especiales.

Fórmula 5: aproximación de la generación de residuos hospitalarios comunes y peligrosos.

$$Generación\ de\ residuos\ hospitalarios = 3\ kg/cama/día * 7{,}588\ camas$$
$$= 22{,}764\ kg/día * 365\ días * \frac{1\ t}{1000 kg} = \mathbf{8{,}309\ t/año}$$
$$Residuos\ hospitalarios\ comunes = 8{,}309 \frac{t}{\mathbf{año}} * 0.80 = \mathbf{6{,}647\ t/año}$$
$$Residuos\ hospitalarios\ peligrosos = 8{,}309 \frac{t}{\mathbf{año}} * 0.20 = \mathbf{1{,}662\ t/año}$$

[38] Se tomó el valor máximo con el fin de aproximarse a la generación de residuos hospitalarios a nivel nacional.

- **Cantidad de residuos reciclados**

El material recolectado y clasificado necesita ser transformado en materia prima que pueda ser utilizada por las empresas e industrias que producen productos hechos con materiales reciclados. Las empresas que realizan esta transformación," se dedican a este pasaje de la cadena productiva, utilizando molinos, hornos y otras maquinarias para la elaboración de la materia prima. A menudo este anillo de la cadena de valores es absorbido por las mismas empresas transformadoras que se dotan de los equipos y la tecnología para la reelaboración de materia prima a partir de los residuos sólidos (Minelli, 2012, p. 67).

Los acopiadores exportadores reciben el material de los acopiadores medianos, pero no solo de ellos. También tienen convenios con empresas e instituciones para retirar los residuos que estas producen. Reciben además materiales de acopiadores más pequeños, camiones, microempresas, recolectores individuales y familias, siempre cuando los materiales lleguen ya separados y seleccionados por lo menos a un nivel intermedio; o sea necesitan un cierto nivel de calidad para que puedan ser recibidos y se pueda terminar la clasificación en la empresa. Cuando los materiales que llegan necesitan una ulterior selección, el precio que se paga al proveedor es inferior (Minelli, 2012, p. 61).

En Honduras la mayoría de estas industrias de transformación se encuentran en el Valle de Sula. En Tegucigalpa no hay muchas industrias que utilizan materiales reciclados (Véase tabla 50). Las industrias identificadas reciclan principalmente plástico, algunas papel y cartón (Minelli, 2012, p. 67).

Tabla 50. Industrias procesadoras y transformadoras de residuos sólidos.

Empresa	Residuo que se recicla	Cantidad de residuos reciclados t/año		Exportación t/año	Utilizada para producción local t/año
		post-industriales	post-consumo		
Kimberly Clark	Papel y cartón (recolección)	8000	N/A	8000	N/A
Grupo VICAL	Recuperar vidrio (recolección post-industriales y consumo)	4920	480	5400	N/A
AFAPLASH	Peletizado plástico (recolección post-industriales y consumo)	1440	14 760	1068	15 132
PLÁSTICO VANGUARDIA	Peletizado plástico	N/A	5537	2722	2815
MAPLAST PLÁSTICO VANGUARDIA	Peletizado plástico	N/A	4560	456	4104
RESIGRUP	Peletizado plástico	N/A	4200	N/A	4200
NOVATEC	Reprocesado de	N/A	960	N/A	960

Empresa	Residuo que se recicla	Cantidad de residuos reciclados t/año		Exportación t/año	Utilizada para producción local t/año
		post-industriales	post-consumo		
	Polietileno de alta densidad				
Dole de Honduras	Plástico de baja y alta densidad, así como polipropileno	N/A	1106	N/A	1106
MOLDHESA	Papel y cartón (fabrica cajas para huevos)	N/A	1525	N/A	1525
IMPORMA	Vidrio	4920	480	5400	N/A
Terrapolyester[39]	Pet	N/A	8276	6795	1525
Total		**19 280**	**41 884**	**29 841**	**29 842**

Fuente: (Minelli, 2012, pp. 68-71)

Según el estudio de Minelli por parte de la Unión Europea (2012) y información obtenida en las visitas de campo, a nivel nacional se reciclaron el año 2015, un total de 61,164 t/a de las cuales 19 280 t/año fueron generadas por la industria y 41 884 t/año por residuos domiciliarios. Es importante mencionar que los estudios de caracterización de los residuos son escasos, pero se lograron visitar a cinco empresas para actualizar los datos con respecto al año 2015.

- **Cálculo de la cantidad de residuos quemados informalmente**

Fórmula 6: Cantidad de residuos dispuestos inadecuadamente en botaderos a cielo abierto y clandestino.

$$\text{Cantidad de residuos dispuestos informalmente} = (Disposición\ inadecuada\ de\ residuos + (generación\ residuos\ hospitalarios - incineración\ de\ residuos\ hospitalarios) - reciclaje\ posconsumo)$$
$$= (1{,}692{,}524 + (8{,}309 - 5{,}521) - 41{,}884) = \mathbf{1{,}653{,}428\ t/año}$$

Fórmula 7: Cantidad de residuos inorgánicos que se queman informalmente en botaderos a cielo abierto y clandestino.

$$\text{Cantidad residuos sólidos inorgánicos que se queman informalmente} = (Residuos\ dispuestos\ \ informalmente) * (\%\ inorgánicos) = (1{,}653{,}428) * (0.4473)$$
$$= \mathbf{739{,}578\ t/año}$$

Fórmula 8: Cantidad de residuos orgánicos que se queman informal de residuos sólidos en botaderos a cielo abierto y clandestino.

[39] Este dato fue obtenido en una visita a la empresa donde compran el PET y producen fibra para exportarlo a otros países.

Cantidad residuos sólidos orgánicos que se queman informalmente

$$= (Residuos\ dispuestos\ \ informalmente) * (\%\ org\acute{a}nicos) * (\%\ que\ se\ quema)$$

$$= (1,653,428) * (0.5727) * (0.416) = \mathbf{393,918\ t/a\tilde{n}o}$$



Ilustración 13. Quema de residuos sólidos hospitalarios en el CESAMO El Parnaso de la ciudad de Siguatepeque (Izquierda), la disposición final de los residuos (comunes y peligrosos) que se realizan directamente en el botadero Siguatepeque (Vargas, 2016, pp. 58,61).

Entre los tipos de residuos peligrosos que se generan en los Hospitales y Centros de salud de Siguatepeque (Véase ilustración 14) se encuentran: medicamentos vencidos, agujas, bolsas de suero, guantes de examinación, reactivos de laboratorios, lámparas fluorescentes, amalgamas dentales, restos de ampolletas, vacunas, órganos, tejidos, cepas de agentes infecciosos, catéteres, sondas, sangre, gasas, guantes, algodón, suero, baja lenguas (Vargas, 2016, p. 62).



Ilustración 14. Situación del botadero municipal de Danlí, donde se realizan quemas a cielo abierto. 07 de noviembre, GAR de Mercurio, 2016.

La cantidad de residuos quemados informalmente en botaderos a cielo abierto y clandestinos fue de **1 133 496**[40] **t/año**, dato se digitalizará en el instrumental normalizado N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $1 \leq x \leq 10$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada 3.16 g Hg por tonelada de residuos depositado en relleno sanitario controlado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase ilustración 15 y tabla 51).

Tabla 51. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de residuos quema informal–Quema informal de residuos.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad residuos quemados t/año	Tasa actividad mejor aproximada residuos quemados t/año (a)			Factor de entrada 1-10 g Hg/por tonelada (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Quema informal de residuos sólidos	1 133 496	1 133 496	1 076 821	1 190 171	3.16	1	10
MAP (=) Mejor Aproximado							

[40] Es importante resaltar que esta aproximación puede estar sobre estimada, debido que no se tienen estudios específicos sobre la quema informal de los residuos.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad residuos quemados t/año	Tasa actividad mejor aproximada residuos quemados t/año (a)			Factor de entrada 1-10 g Hg/por tonelada (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX

MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como T_{MAP}, siendo los datos aproximados de la quema informal de residuos sólidos a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por que puede esta el dato sobre estimada.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

En la tabla 52 muestra las liberaciones estimadas de Mercurio derivadas de la quema de residuos en botaderos a cielo abierto y clandestino en Honduras durante el 2015. El dato de liberación se consideró el del instrumental PNUMA, el 100% se emite al aire.

Tabla 52. Liberación de Mercurio en el año 2015-Quema informal de residuos.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año **a)**							Incertidumbre con nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año **b)**	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	**Límite inferior**	**Límite superior**
3582	3581.85	_	_	_	_	_	3582	1790	7167

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.9 Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales

5.9.1 Rellenos sanitarios/depósitos controlados

El relleno sanitario es definido por la Asociación de Ingenieros Civiles como: ¨Un método para la disposición de los residuos en el suelo sin deterioro al medio ambiente, sin causar molestias y sin causar peligros a la salud y seguridad pública; utilizando principios de ingeniería para confinar los residuos en un

área lo más pequeña posible que sea practicable y cubrir los residuos con una capa de tierra diariamente al fin de la jornada (GEO-MIAMBIENTE, 2014, p. 145).

El contenido de Mercurio en residuos urbanos o generales surge a partir de tres grandes grupos: (a) El Mercurio utilizado deliberadamente en productos desechados y/o residuos de procesos; (b) Impurezas naturales de Mercurio en grandes volúmenes de material (plásticos, papel, etc.) y minerales, y; (c) El Mercurio como contaminante traza antropogénico en grandes volúmenes de material. Las concentraciones de Mercurio dependen directamente de las entradas de este metal a los residuos, y por lo tanto, varían considerablemente en función de las circunstancias.

A lo largo de la historia de todo depósito/relleno sanitario se registran liberaciones de Mercurio en pequeñas cantidades a través de las salidas líquidas (aguas de lixiviación y escurrimientos superficiales) y del aire debido a la lenta evaporación de Mercurio a partir de los residuos. El destino del Mercurio liberado con los fluidos depende en gran medida de la presencia y eficacia del recubrimiento protector debajo del depósito y otros sistemas del manejo de aguas residuales.

Si el agua no se recoge y recibe tratamiento de limpieza de aguas residuales, el Mercurio (y otras sustancias) contaminarán el suelo y las aguas subterráneas debajo y alrededor del depósito. Si el agua es tratada, parte del Mercurio llegará a los lodos residuales y al uso agrícola o de otro tipo, el resto seguirá la descarga de aguas después del tratamiento de aguas residuales.

El BID en el 2015, elaboró un documento sobre la situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe dónde, en Honduras el 11.3% por población es total de disposición adecuada de los residuos sólidos (BID, 2015). En el informe "Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y El Caribe 2010", se estimó que la generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios en Honduras alcanzó 0.61 kg/hab/día (HABITAT, 2012, p. 56). En el Inventario N1 del año 2016 utilizando datos anteriores cálculo la cantidad de residuos depositados en rellenos sanitarios el 2015 fue de **215 620**[41] toneladas (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 76), dato se digitalizó en el instrumental Toolkit N2.

Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $1 \leq x \leq 10$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada 3.16 g Hg por tonelada de residuos depositado en relleno sanitario controlado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 53).

[41] $Cantidad\ de\ residuos\ depositados\ en\ Rellenos\ Sanitarios = (8{,}570{,}154\ hab * 0.113 * 0.61\ kg/hab/día) \frac{1\ t}{1000 kg} * 365\ días = \mathbf{215\ 620.36\ t/a}$

Tabla 53. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada de residuos depositados en rellenos sanitarios–Depósitos de residuos en rellenos sanitarios/depósitos controlados.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad residuos depositados t/año	Tasa actividad Mejor Aproximada residuos depositados t/año (a)			Factor de entrada 1-10 g Hg/por tonelada depositada (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Residuos depositados en rellenos sanitarios	215 620	215 620	204 839	226 401	3.16	1	10

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, es una aproximación de los residuos depositados en rellenos sanitarios a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por contar con datos reales de las empresas incineradoras.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

En la tabla 54 muestra las liberaciones estimadas de Mercurio derivadas de la disposición controlada de residuos urbanos en rellenos sanitarios y depósitos controlados en Honduras durante el 2015. También, es importante recalcar que estas liberaciones fueron asignadas en su totalidad al vector de residuos de manera arbitraria, ya que el instrumental no posee factores de distribución. Estas liberaciones ocurren adicionalmente al aire, agua y eventualmente suelo, en magnitudes desconocidas al momento.

Tabla 54. Liberación de Mercurio en el 2015-Rellenos sanitarios/depósitos controlados.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a) c)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
681	_	_	_	_	681.36	_	681.36	340.5	1363.3

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a) c)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior

Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

c) Es importante recalcar que estas liberaciones fueron asignadas en su totalidad al vector de Residuos de manera arbitraria, ya que el Instrumental no posee factores de distribución. Estas liberaciones ocurren adicionalmente al aire, agua y eventualmente suelo, en magnitudes desconocidas al momento.

5.9.2 Disposición difusa con cierto grado de control

Esta fuente incluye la disposición de residuos especiales (por ejemplo, debajo de caminos y carreteras, en construcciones, etc.), bajo procedimientos controlados (basados en una evaluación de riesgos) y con la retención de algunos contaminantes de la disposición húmeda, etc.; por ejemplo, los residuos de incineración, las cenizas volantes por la combustión de carbón y otros residuos sólidos. Dicho depósito a la larga puede llevar a liberaciones de Mercurio al suelo, a las aguas subterráneas, las aguas superficiales y a la atmósfera, y por tanto puede resultar de interés como fuente potencial de Mercurio bajo circunstancias particulares. La subcategoría abarca los residuos, que frecuentemente se producen en grandes cantidades.

En Honduras se identificó que los residuos de incineraciones, por combustión de biomasa son depositados en rellenos o botaderos municipales y otros lo utilizan como abonos a sus cultivos por lo que no se tiene información de la cantidad de residuos generados en esta subcategoría. Además el instrumental no incluye factores de entrada, factores de distribución, utilizadas para este tipo de actividad, de manera que su estimación no ha sido incluida en el presente Inventario.

5.9.3 Disposición local informal de los residuos de la producción industrial

Esta fuente se refiere a la disposición de residuos industriales con contenido de Mercurio y su potencial de liberación, sin embargo, el instrumental normalizado del PNUMA, no incluye factores de entrada, factores de distribución a utilizar por defecto para este tipo de actividad, de manera que su estimación no ha sido incluida en el presente Inventario.

En Honduras para realizar el control del contaminante se tiene algunas regulaciones como: concentración máxima permisible de Mercurio de aguas residuales en cuerpos receptores es de 0.01 mg/L, concentraciones máxima admisible para el parámetro de Mercurio en agua potable es de 0.001 mg/L, hornos utilizando mezcla de combustibles alternativos y fósiles, donde indica que el valor permisible de Mercurio es de 0.05 mg/Nm^3 y si supera los límites son considerados como tóxicos, de manera que su disposición debe ser controlada, en cuanto a los lixiviados no se tiene un límite es importante

incorporarlos, como el caso de México que establece que los lixiviados con contenido de Mercurio mayor a 0.2 mg/L es tóxico y que deben ser contralados.

5.9.4 Vertederos informales de residuos

Los vertederos informales de residuos generales se definen como procesos que ocurren en condiciones de informalidad, sin control público ni medidas preventivas para minimizar las liberaciones de contaminantes a los alrededores. Si hay Mercurio en los residuos, existe la posibilidad de que haya liberaciones al suelo, aire y agua. Este método de disposición de residuos puede representar un riesgo inmediato para la comunidad donde se lleve a cabo, ya que el Mercurio (y otras sustancias) pueden contaminar el agua subterránea de la localidad.
Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos. El hecho de que los municipios depositen sus residuos sólidos en botaderos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable lo que contribuye al deterioro ambiental que afecta a las generaciones presentes y futuras (GEO-MIAMBIENTE, 2014, p. 145).

El BID en el 2015, elaboró un documento sobre la situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe dónde, Honduras tiene una disposición final inadecuada de residuos sólidos de 88.7% (medido como porcentaje de la población) (BID, 2015). En el informe "Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y El Caribe 2010", se estimó que la generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios en Honduras alcanzó 0.61 kg/hab/día (HABITAT, 2012, p. 56). En el Inventario N1 del año 2016 utilizando datos anteriores cálculo la cantidad de residuos depositados inadecuadamente en el año 2015 fue de **1 692 524**[42] toneladas (GAR-de-Mercurio/CESCCO, 2016, p. 77).

La cantidad de residuos depositados en vertederos informales en cielo abierto y clandestinos fue de **559 028 t/año** (Véase la fórmula 10), dato se digitalizará en el instrumental normalizado N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $1 \leq x \leq 10$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada 3.16 g Hg por tonelada de residuos depositado en relleno sanitario controlado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 55).

Fórmula 9: Cantidad de residuos depositados en vertederos informales.

$$\text{Cantidad de residuos depositados en vertaderos informales} = Cantidad\ de\ residuos\ depositados\ inadecuadamente - Cantidad\ de\ residuos\ quemados\ informalmente$$

[42] $Cantidad\ de\ disposición\ final\ inadecuada\ de\ los\ residuos\ sólidos = 8{,}570{,}154\ hab * 0.887 * 0.61\ (kg/hab/día)\frac{1\ t}{1000 kg} * 365\ días = \mathbf{1\ 692\ 524.42\ t/año}$

$$\text{Cantidad de residuos depositados en vertaderos informales} = \frac{(1{,}692{,}524 - 1{,}133{,}496)t}{año}$$

$$= 559{,}028\frac{t}{año}$$

Tabla 55. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por tonelada depositada informalmente–Depósitos de residuos en vertederos informales.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad residuos depositados t/año	Tasa actividad mejor aproximada residuos depositados t/año (a)			Factor de entrada 1-10 g Hg/por tonelada (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Residuos depositados en vertederos informales	529 028	529 028	476125	581 931	3.16	1	10

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, es una aproximación de los residuos depositados en vertederos informales a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 10%, porque es un dato aproximado.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

En la tabla 56 muestra las liberaciones estimadas de Mercurio derivadas de la disposición de residuos en vertederos informales en Honduras durante el 2015. Las liberaciones se tomaron de los datos del PNUMA siendo los siguientes: emisiones al aire 10%, liberaciones al agua 10% y las liberaciones al suelo de 80%.

Tabla 56. Liberación de Mercurio en el 2015–Vertederos informales de residuos.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
1672	167.17	167.17	1337.38	–	–	–	1671.72	812	3443

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.9.5 Sistemas/tratamiento de agua residuales

Los factores más importantes para las liberaciones de Mercurio a partir de las aguas residuales son la cantidad de residuos con contenido de Mercurio que se descargan al sistema y su concentración en tales residuos. El contenido de Mercurio en las aguas residuales tiene su origen en dos grandes rubros: (a) el Mercurio usado deliberadamente en productos y procesos (por ejemplo, amalgamas dentales, derrames del contenido de termómetros y otros aparatos, descargas industriales, etc.), y; (b) el Mercurio atmosférico que baja con las lluvias y llega a los sistemas de aguas residuales (originado en fuentes antropogénicas y naturales).

Como tal, el tratamiento de aguas residuales es una fuente intermediaria de liberaciones de Mercurio en la que las entradas procedentes de la contaminación primaria se distribuyen al agua (una vez tratada), suelo (por ejemplo, en la aplicación de lodos como fertilizantes) y al aire. Es probable que alguna parte de estos lodos sea enviada a los rellenos sanitarios.

Los Sistemas para el tratamiento de aguas residuales son instalaciones que reciben las aguas domésticas e industriales, las limpian, filtran y tratan con diversos métodos a fin de retirar materiales dañinos y producir agua lo suficientemente limpia para descargarla en vías fluviales locales, como los ríos y océanos. Una planta tradicional cuenta con un sistema de recolección, una serie de procesos para retirar contaminantes sólidos, orgánicos y de otros tipos, y una serie de procesos para manejar y tratar lodos. Adicionalmente, estos sistemas pueden incluir alcantarillas de intercepción, alcantarillas de desagüe, sistemas de recolección por alcantarillas, bombas, fuentes de energía y otros equipos.

Según los datos Fondo Regional del Caribe para la Gestión de Aguas Residuales (Caribbean Regional Fund for Wastewater Management sus siglas en inglés CReW), en el 2015, que en Honduras se trata de 38.2 por ciento de las aguas residuales recogidas, considerando que 2 464 179 personas están conectadas a un sistema de drenaje y de esas 940 834 están conectadas a un sistema de alcantarillado que cuenta con saneamiento. Existen alrededor de 117 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y 56

desarrollos residenciales (Véase Anexo 6) los cuales tratan sus aguas residuales con plantas, estas son las plantas de consumo de alta energía.

El volumen total de aguas residuales colectadas por los sistemas de alcantarillado que están conectados a sistemas de tratamiento en funcionamiento es de 111 840 103 m^3/año (GReW/IDB, 2015, p. 51). Por lo que fue el dato que se digitalizó en el instrumental normalizado N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $0.5 \leq x \leq 10$ mg Hg, obteniéndose como factor de entrada 2.24 mg Hg por m^3 de agua residual tratado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 57).

Tabla 57. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por m^3 de agua residual tratada–Sistema/tratamiento de aguas residuales.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad m^3/año	Tasa actividad mejor aproximada m^3/año **(a)**			Factor de entrada 0.5-10 mg Hg/por m^3 **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Sólo tratamiento mecánico	69 117 184	69 117 184	65 661 325	72 573 043	2.24	0.5	10
Tratamiento mecánico y biológico	42 722 919	42 722 919	40 586 773	44 859 065			

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP del tratamiento de aguas residuales son datos reales de acuerdo un estudio realizado a nivel nacional. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por que puede estar el dato sobre estimado.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Existen alrededor de 117 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y 56 desarrollos residenciales los cuales tratan sus aguas residuales con plantas paquete, estas son las plantas de consumo de alta energía, lo cual se trata de 38.2% (42 722 919) de las aguas residuales recogidas (GReW/IDB, 2015, p. 111), lo que significa que es lo que esta siendo tratado mecánico y biológico, el resto el 61.8% (69 117 184), solo se realiza tratamiento mecánico. Para la distribución de la liberación a las diferentes matrices se trabajo con los porcentajes del PNUMA de acuerdo a los siguientes tratamientos: solo tratamiento mecánico la liberación al agua 90%, 10% a los residuos y para el tratamiento mecánico y biológico el 50% se libera al agua, 30% a los residuos, 20% disposición final (Véase tabla 58).

Tabla 58. Liberación de Mercurio en el 2015–Sistema/tratamiento de aguas residuales.

Tratamiento	Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a) c)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
Sólo tratamiento mecánico	**154.822**	–	139.34	–	–	15.48	–	154.82	65.2	367.6
Tratamiento mecánico y biológico	**95.6993**	–	47.85	–	–	28.71	19.14	95.7	39.2	233.9

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.10 Crematorios y cementerios

5.10.1 Crematorios/Cremación

El proceso de cremación causa liberaciones de Mercurio debido a la presencia de empastes dentales con amalgamas de Mercurio en los Cadáveres. Sin embargo, las pequeñas cantidades de Mercurio que pueden estar presentes en tejidos, como la sangre y el cabello, también se liberan durante la cremación. Los componentes esenciales de la cremación son el féretro (con el cadáver), la cámara de combustión principal y, cuando la hay, la cámara de postcombustión o Sistema de Control de Emisiones.

En el pais se identificaron tres crematorios, teniendo un promedio mensual de aproximado de 73 personas, suma un total entre los tres crematorios existente de **219**[43] personas en el en el año 2015, teniendo un costo de L.38 000.00, siendo el dato que se digitalizó en el instrumental Toolkit N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $1 \leq x \leq 4$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 2 g Hg por cuerpo cremado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 59).

[43] Datos se obtuvieron durante la inspección de campo.

Tabla 59. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por cuerpo cremado– Cuerpos cremados.

Nombre de la Fuente	Tasa de actividad residuos peligroso cuerpos cremados/año	Tasa actividad mejor aproximada cuerpos cremados/año (a)			Factor de entrada 1-4 g Hg/por cuerpo cremado (b)		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Cuerpos cremados	229	229	218	241	2	1	4

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como TMAP, es un dato real de los cuerpos cremados, obtenido de las empresas que prestan este servicio en el país. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por tener una aproximación de las empresas.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el control de emisiones se tomaron en cuenta los datos del instrumental del PNUMA, que el 100% se emite al aire (Véase tabla 60).

Tabla 60. Liberación de Mercurio en el 2015–Cuerpos cremados.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
00438	0.44	_	_	_	_	_	0.44	0.29	0.70

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.10.2 Cementerios

En el caso de los cementerios, el Mercurio contenido en el cuerpo humano, principalmente contenido en los empastes dentales con amalgama, es eventualmente liberado al suelo. Según datos del Registro Nacional de las Personas (RNP) en el año 2015 en Honduras se registraron un total de 29 655 defunciones (RNP, 2015) (Véase Anexo 7).

Para obtener el dato de los enterrados en los cementerios se resta los 219 personas cremadas, siendo un total **29 046** cadáveres enterrados en cementerios, siendo el dato que se digitalizó en el instrumental Toolkit N2. Para esta subcategoría se trabajó con el intervalo propuesto por el PNUMA de $1 \leq x \leq 4$ g Hg, obteniéndose como factor de entrada, 2 g Hg por cuerpo cremado, como Factor de Entrada Mejor Aproximado (F_{MAP}), dato que se digitalizó en Toolkit N2 (Véase tabla 61).

Tabla 61. Caracterización de la fuente, tasa de actividad y cantidad de Mercurio por cuerpo enterrados–Cementerios.

Nombre de la fuente	Tasa de actividad cuerpos enterrados/año	Tasa actividad mejor aproximada cuerpos enterrados/año **(a)**			Factor de entrada 1-4 g Hg/por cuerpo enterrado **(b)**		
		MAP	MIN	MAX	MAP	MIN	MAX
Cuerpos enterrados	29 655	29 655	28 172	31 138	2	1	4

MAP (=) Mejor Aproximado
MIN (=) Mínimo
MAX (=) Máximo

a) La tasa de actividad asignada como T_{MAP}, es considerado el dato real de los cuerpos enterrados en el año 2015, obtenido de las empresas que prestan este servicio en el país. Los valores de T_{MIN} y T_{MAX} fueron asignados como ± 5%, por tener un dato aproximad.

b) El F_{MIN} y F_{MAX} fueron tomados del instrumental propuesto por el PNUMA y F_{MAP} fue calculado suponiendo una distribución normal logarítmica y asumiendo que la media de esta distribución está a la mitad de este intervalo.

Para el control de emisiones se tomaron en cuenta los datos del instrumental del PNUMA, el 100% se libera al suelo (Véase tabla 62).

Tabla 62. Liberación de Mercurio en el 2015–Cantidad de cuerpos enterrados en el cementerio.

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año **a)**							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año **b)**	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
59.31	_	_	59.31	_	_	_	59.31	38.62	91.09

Entrada de Hg (kg/año)	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior

a) Se incluyen liberaciones únicamente a las matrices de acuerdo al sistema de reducciones de emisiones en los que el Instrumental Normalizado del PNUMA propone.

b) El intervalo de incertidumbre fue obtenido propagando la incertidumbre en la estimación de la actividad de la fuente y de su contenido de Mercurio, designados como valores Mínimos (MIN) y Máximos (MAX) respectivamente, y aplicando un tipo de distribución normal logarítmica a este intervalo.

5.11 Identificación de sitios potencialmente contaminados

Los sitios que potencialmente puedan estar contaminados con Mercurio están relacionados con el Mercurio que todavía puede provocar liberaciones significativas e implicar un riesgo para los humanos y el medio ambiente. Estos sitios son el resultado directo de prácticas de eliminación informal de residuos procedentes de la producción industrial, de vertido informal de residuos comunes o de la eliminación inadecuada de materiales contaminados. Las liberaciones procedentes de estos lugares pueden estarse produciendo o puede preverse que se producirán si no se adoptan medidas.

Los sitios potencialmente contaminados pueden estar relacionados con un proceso de producción ya existente y las liberaciones pueden producirse debido a procesos en el terreno o a actividades anteriores. Otros sitios potencialmente contaminados son las que se han almacenado, vertido o acumulado materiales que contienen Mercurio a lo largo de muchos años. En tales casos, las liberaciones pueden estar en curso, ser inminentes o tan solo una amenaza potencial en el futuro. A veces, puede ser difícil identificar estos lugares.

En la tabla 63 se presentan las subcategorías que el instrumental sugiere y vías primarias de liberación de Mercurio. En todos los casos sugiere un enfoque de análisis de fuente puntual.

Tabla 63. Identificación de posibles sitios potencialmente contaminados con Mercurio.

Sitios potencialmente contaminados	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Enfoque del inventario
La mina de Agua fría Danli (exploración, explotación y cierre),	X	X	X	_	X	_	FP
La mina San Martín en el valle de Siria (exploración, explotación y cierre), Francisco Morazán	X	X	X	_	X	_	FP

Sitios potencialmente contaminados	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Enfoque del inventario
Depósitos de residuos de las rastras de la Minería Artesanal y de Pequeña Escala MAPE.	**X**	**X**	**X**	**_**	**X**	**_**	**FP**
Quemadores de residuos (peligrosos y médicos) y trituradoras de lámparas fluorescentes con Mercurio, planteles para el tratamiento de residuos peligrosos.	**X**	**_**	**_**	**_**	**X**	**_**	**FP**
Botaderos a cielos abiertos y clandestinos de residuos sólidos.	**X**	**X**	**X**	**_**	**_**	**_**	**FP**
Bodegas de almacenamiento de lámparas y dispositivos con Mercurio (fuera de uso).	**X**	**_**	**X**	**_**	**X**	**_**	**FP**
X = vía de liberación predominante **x =** vía de liberación adicional **FP=** Enfoque puntual							

Bodegas de almacenamiento con dispositivos con Mercurio

Tabla 64. Cantidad de luminarias con Mercurio a nivel nacional en propiedad de la ENEE.

Potencia nominal de lámparas (W)	Cantidad de lámparas
100	44 780
150	42
175	13 612
250	8 214
400	941

Fuente: La ENEE, 2016

5.12 Resumen de las subcategorías con sus valorizaciones y la obtención de los factores de entrada y distribución

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 65, se muestra un resumen de las subcategorías con sus respectivas valorizaciones (dato aproximado, real o sobreestimado), en la tasa de actividad y la obtención de los factores de entradas y distribución, ya sean de los datos propuestos por el PNUMA o de los análisis realizados en los balances de materia de los procesos productivos del país.

Tabla 65. Valorización de la tasa de actividad y la obtención de los factores de entrada y distribución (emisiones y liberaciones) por cada una de las subcategorías..

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Tasa de actividad de los inventarios			Unidades	Factores de entrada y distribución
			N1	N2	Valorización		
5.1	**Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía**						
	5.1.2	Otros usos del carbón	154 070.08	27 139.39	Consumo real	t/año	PNUMA
	5.1.3	Extracción, refinación y uso de petróleo					
		• Uso de coque de petróleo y fuel Oil (bunker)	7 215 925	939 356	Consumo real	t/año	PNUMA
		• Uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos	11 052 953	11 032 798	Consumo Sobreestimado	t/año	PNUMA
	5.1.6	Energía obtenida por la quema de biomasa	1 826 773.81	7 033 047	Consumo aproximado	t/año	PNUMA
5.2	**Producción primaria de metal (virgen)**						
	5.2.2	Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio	317.40	322.29	Producción aproximada	Kg de Oro producido / año	Nacional
	5.2.3	Extracción y procesamiento inicial de Plomo y Zinc	753 861	753 861	Concentrado utilizado real	t/año	Nacional
	5.2.6	Extracción de Oro, Plata y procesamiento inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio	60 090 000	60 077 168	Mena usada real	Mena usada t/año	Nacional
5.3	**Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza**						
	5.3.1	Producción de cemento	1 723 479	1 723 479	Producción de	t/año	Nacional

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Tasa de actividad de los inventarios			Unidades	Factores de entrada y distribucción
			N1	N2	Valorización		
					cemento real		
	5.3.3	Producción de cal y conglomerados livianos	–	58 132	Producción de cal aproximada	t/año	PNUMA
5.5	Productos de consumo con uso intencional de Mercurio						
	5.5.1	Termómetros con Mercurio					
		• Termómetros médicos	3 277 444	3 277 444	Uso de termómetros médicos sobreestimada	unidades usadas/ año	Nacional
		• Termómetro ambientales	364 161	364 161	Uso de termómetros ambientales sobreestimada	unidades de termómetros usados/ año	Nacional
	5.5.2	Interruptores eléctricos y relés con Mercurio	8 570 154	8 570 154	Uso aproximado	Habitantes en año 2015	PNUMA
	5.5.3	Fuentes de luz con Mercurio					
		• Tubos fluorescentes de doble extremo	2 508 698	2 477 484	Uso sobreestimado	Unidades usadas/año	PNUMA
		• Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL de un solo extremo	20 669 228	16 560 541	Uso sobreestimado	Unidades usadas/año	PNUMA
		• Vapor de mercurio de alta presión	2 138 661	1 380 194	Uso sobreestimado	Unidades usadas/año	PNUMA
		• Lámparas de sodio de alta presión		1 380 194	Uso sobreestimado	Unidades usadas/año	PNUMA

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Tasa de actividad de los inventarios			Unidades	Factores de entrada y distribucción
			N1	N2	Valorización		
		• Lámparas de halogenuros metálicos		787 822	Uso sobreestimado	Unidades usadas/año	PNUMA
	5.5.4	Baterías con Mercurio					
		• Celdas de Botón de Zinc-Aire	1.383	1.06	Uso sobreestimado	Usadas t/año	PNUMA
		• Celdas Alcalinas de Botón		79.83	Uso sobreestimado	Usadas t/año	PNUMA
		• Celdas de Botón de Óxido de Plata		0.32	Uso sobreestimado	Usadas t/año	PNUMA
		• Alcalinas, de formas distintas a las de Celda de Botón	1 473.56	1576.73	Uso sobreestimado	Usadas t/año	PNUMA
5.6	**Otros usos intencionales en productos y procesos**						
	5.6.1	Amalgamas dentales de Mercurio	8 570 154	8 570 154	Uso aproximado	Habitantes en año 2015	PNUMA
5.7	**Producción de metales reciclados (producción secundaria)**						
	5.7.2	Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	–	657	Uso aproximado	Vehículos reciclados / año	PNUMA
5.8	**Incineración de residuos**						
	5.8.2	Incineración de residuos peligrosos	462	4575	Incineración de residuos real	t/año	PNUMA
	5.8.3	Incineración de residuos hospitalarios	326.35	5521	Incineración de residuos real	t/año	PNUMA
	5.8.5	Quema informal de residuos	1 139 750	1 133 496	Residuos quemados	t/año	PNUMA

C	Sub-C	Categorías de las fuentes	Tasa de actividad de los inventarios			Unidades	Factores de entrada y distribucción
			N1	N2	Valorización		
					aproximados		
5.9	**Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales**						
	5.9.1	Rellenos sanitarios/depósitos controlados	215 620	215 620	Residuos depositados aproximados	t/año	PNUMA
	5.9.4	Vertederos informales de residuos	1 692 524	529 028	Residuos depositados aproximados	t/año	PNUMA
	5.9.5	Sistemas/tratamiento de aguas residuales					PNUMA
		• Sólo tratamiento mecánico	11 840 103	69 117 184	Catidad de agua tratada real	m^3/año	PNUMA
		• Tratamiento mecánico y biológico		42 722 919	Catidad de agua tratada real	m^3/año	PNUMA
5.10	**Crematorios y cementerios**						
	5.10.1	Crematorios/cremaciones	229	229	Cuerpos cremados real	Cuerpos cremados /año	PNUMA
	5.10.2	Cementerios	29 655	29 655	Cuerpos cremados real	Cuerpos cremados /año	PNUMA

CAPÍTULO 6: RESUMEN DEL INVENTARIO

En este capítulo se presentan los resultados del Inventario N2 en Honduras con base en el año 2015, que contempló en su metodología una fase de recopilación de información seguida el trabajo de campo que consistió en la elaboración del balance de materia en las empresas visitadas y finalmente la digitalización y análisis de los datos adquiridos según el instrumental Toolkit versión 1.3 de noviembre 2015. A continuación se describen las generalidades de la liberación de Mercurio, liberación de Mercurio a las diferentes matrices, hallazgos relevantes.

6.1 Generalidades de la Liberación de Mercurio

La tabla 66 muestra un resumen de las emisiones y liberaciones estimadas en este inventario en función a las distintas fuentes que poseen factores de entrada, distribución de acuerdo al Instrumental Normalizado del PNUMA y balances de materia realizados por empresa. Como se mencionó al inicio de este informe, la nomenclatura utilizada para las diversas fuentes es la presentada por la versión en inglés.

Tabla 66. Liberación de Mercurio en el 2015–Resumen de Liberaciones de Mercurio por tipo de fuente.

Fuente	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
5.1: Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía									
Otros usos del carbón	4.13	-	-	-	-	0.22	4.35	2.17	8.69
Extracción, refinación y uso de petróleo	64.57	-	-	-	-	-	64.57	32.58	133.9
Energía obtenida por la quema de biomasa	140.66	-	-	-	-	-	140.66	68.29	289.74
Subtotal	**212**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1**	**214**	**103**	**432**
5.2: Producción primaria de metal (virgen)									
Extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio	483.44	612.35	515.66	-	-	-	1 611.40	972.49	2 670.24
Extracción de Oro, Plata y procesamiento	12.80	_	_	238.87	_	174.88	426.55	52.86	3 342

Fuente	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio									
Subtotal	**496**	**612**	**516**	**239**	**-**	**175**	**2038**	**1501**	**6012**
5.3: Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza [*1]									
Producción de cemento	69.28	-	-	12.37	-	37.10	120	28.13	502.71
Producción de cal y conglomerados livianos	1.16	-	-	-	-	-	1.16	0.58	2.33
Subtotal	**70**	**-**	**-**	**12**	**-**	**37**	**120**	**29**	**505**
5.4: Uso intencional de Mercurio en procesos industriales									
Subtotal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.5: Productos de consumo con uso intencional de Mercurio									
Termómetros con Mercurio	1 782.2	2 673.3	1 782.20	-	2 673.30	-	8 911	5 188	15 516
Interruptores eléctricos y relés con Mercurio	126.77	-	169.02	-	126.77	-	422.56	281	1280
Fuentes de luz con Mercurio	83.39	-	83.39	-	111.19	-	277.97	192.59	401.5
Baterías con Mercurio	201.83	-	201.83	-	403.67	-	807.33	388	1849
Subtotal	**2194**	**2673**	**2236**	**-**	**3315**	**-**	**10 419**	**6050**	**19 046.5**
5.6: Otros usos intencionales en productos y procesos [*2]									
Amalgamas dentales de Mercurio	17.14	119.98	_	_	102.84	102.84	342.8	223.2	526.5
Subtotal	**17**	**120**	**-**	**-**	**103**	**103**	**343**	**223**	**527**
5.7: Producción de metales reciclados (producción secundaria)									
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	0.24	_	0.25	_	0.24	_	0.73	0.20	0.852
Subtotal	**0**	**-**	**0**	**-**	**0**	**-**	**1**	**0**	**1**

Fuente	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
5.8: Incineración de residuos									
Incineración de residuos peligrosos	81.89	–	–	–	–	–	82	49.99	134.15
Incineración de residuos hospitalarios	98.83	–	–	–	–	–	99	60.3	161.9
Quema informal de residuos	3581.85	–	–	–	–	–	3582	1790	7167
Subtotal	**3763**	**–**	**–**	**–**	**–**	**–**	**3763**	**1900**	**7463**
5.9: Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales*3*4									
Rellenos sanitarios/depósitos controlados	–	–	–	–	681.36	–	681.36	340.5	1363.3
Vertederos informales de residuos	167.17	167.17	**1337.38**	–	–	–	334.34	162.4	688.6
Sistemas/tratamiento de aguas residuales	–	**187.19**	–	–	44.19	19.14	63.33	26.1	150.38
Subtotal	**167**	**167.17**	**-**	**-**	**726**	**19**	**1 079**	**529**	**2 202**
5.10: Crematorios y cementerios									
Crematorios/cremaciones	0.44	–	–	–	–	–	0.44	0.29	0.70
Cementerios	–	–	59.31	–	–	–	59.31	38.62	91.09
Subtotal	**0**	**–**	**59**	**–**	**–**	**–**	**60**	**39**	**92**
Total Liberaciones*3*4	**6921**	**3573**	**2812**	**251**	**4144**	**335**	**18 035**	**10 374**	**36 280**

*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.

*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.

*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua

Fuente	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)							Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	Límite inferior	Límite superior
del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.									

A partir del Inventario se concluye que en el año 2015 fueron liberados 18 035 kg de Mercurio, con un intervalo de incertidumbre que va de 10 374 a 36 280 kg de Mercurio. Las primeras cuatros categorías listadas liberan Mercurio cerca del 96% (17 297 kg Hg/año) del total de las liberaciones (Véase tabla 67).

Tabla 67. Liberación de Mercurio en el 2015–Resumen de Liberaciones de Mercurio por categoría.

N.	Fuente	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)								Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	%	Límite inferior	Límite superior
5.5	Productos de consumo con uso intencional de Mercurio	2194	2673	2236	-	3315	-	**10 419**	**57.77**	6050	19 046
5.8	Incineración de residuos	3763	–	–	–	–	–	**3763**	**20.86**	1900	7463
5.2	Producción primaria de metal	496	612	516	239	-	175	**2038**	**11.30**	1501	6012
5.9	Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales*3*4	167	167.17	-	-	726	19	**1 077**	**5.97**	529	2 202
5.6	Otros usos intencionales en productos y procesos*2	17	120	-	-	103	103	**343**	**1.90**	223	527
5.1	Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía	212	-	-	-	-	1	**214**	**1.19**	103	432

N.	Fuente	Emisiones y liberaciones de Mercurio mejor aproximado Kg Hg/año a)								Incertidumbre con un nivel de confianza ~ 95% Kg Hg/año b)	
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos	Disposición residuos	Total	%	Límite inferior	Límite superior
5.3	Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza*1	70	-	-	12	-	37	**120**	**0.67**	29	505
5.10	Crematorios y cementerios	0	_	59	_	_	_	**60**	**0.33**	39	92
5.7	Producción de metales reciclados (producción secundaria)	0	-	0	-	0	-	**1**	**0.01**	0	1
5.4	Uso intencional de Mercurio en procesos industriales	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**	-	-
Total Liberación*3*4		**6921**	**3573**	**2812**	**251**	**4144**	**335**	**18 035**	**100%**	**10 374**	**36 280**

*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.

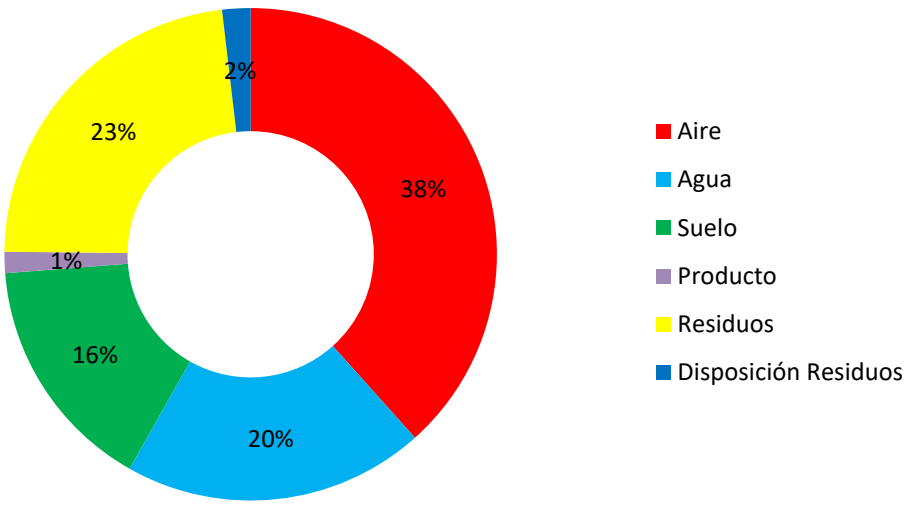
*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.

*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

Las emisiones y liberaciones de Mercurio en el 2015, estimadas a las diferentes matrices, el medio de mayor liberación es el aire 6921 (38%) kg Hg/año, segundo lugar se libera a los residuos 4144 (23%) kg Hg/año, al agua 3573 (20%) kg Hg/año, al suelo 2812 (16%) kg Hg/año, disposición de residuos 335 (2%) kg Hg/año y en producto 251 (1%) kg Hg/año, distribuido tal como se muestra en la gráfico 2.

Gráfico 2. Distribución de las Liberaciones de Mercurio por vector-Honduras 2015.



6.2 Liberación de Mercurio a las diferentes matrices

Las emisiones de Mercurio al aire son generadas en primer lugar por: (5.8) Incineración de residuos (3763 kg Hg/año), (5.5) Productos de consumo con uso intencional de Mercurio (2194 kg Hg/año), (5.2) Producción primaria de metal (496 kg Hg/año), (5.1) Extracción y uso de combustible y fuentes de energía (212 kg Hg/año), (5.9) Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamientos de aguas residuales, (5.3) Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impurezas (70 kg Hg/año), (5.6) Otros usos intencionales en productos y procesos (17 kg Hg/año), véase la gráfica 3.

Gráfico 3. Emisiones de Mercurio al aire por categoría de las fuentes–Honduras 2015.

5.1: Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía

5.2: Producción primaria de metal (Virgen)

5.3: Producción de otros minerales y materiales * 1

5.4: Uso intencional de Mercurio en procesos industriales

5.5: Productos de consumo con uso intencional de Hg

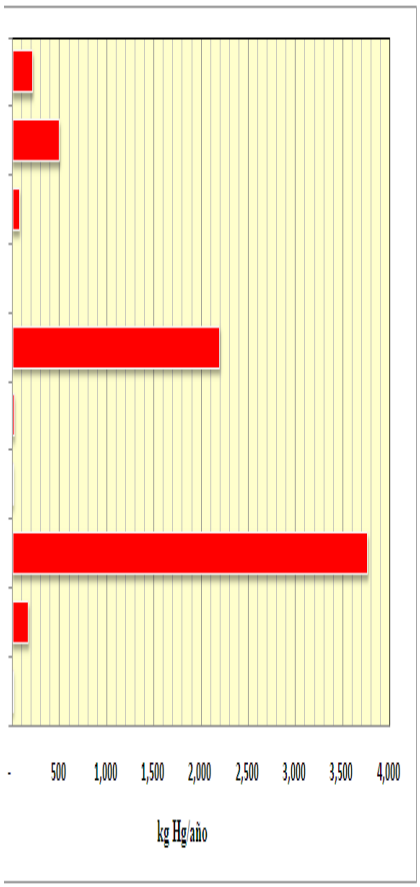
5.6: Otros usos intencionales en productos y procesos*2

5.7: Producción de metales reciclados

5.8: Incineración y quemado de residuos

5.9: Depósitos de residuos/tratamiento de aguas residuales * 3 * 4

5.10: Crematorios y cementerios



*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.

*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.

*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

Las liberaciones de Mercurio al agua son generadas en primer lugar por: (5.5) Productos de consumo con uso intensional de Mercurio (2673 kg Hg/año), (5.2) Producción primaria de metal (612 kg Hg/año), (5.9) Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales (167 kg Hg/año), (5.6) Otros usos intencionales en productos y procesos (120 kg Hg/año), véase la gráfica 4.

Gráfico 4. Liberaciones de Mercurio al agua por categoría de las fuentes–Honduras 2015.

5.1: Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía

5.2: Producción primaria de metal (Virgen)

5.3: Producción de otros minerales y materiales * 1

5.4: Uso intencional de Mercurio en procesos industriales

5.5: Productos de consumo con uso intencional de Hg

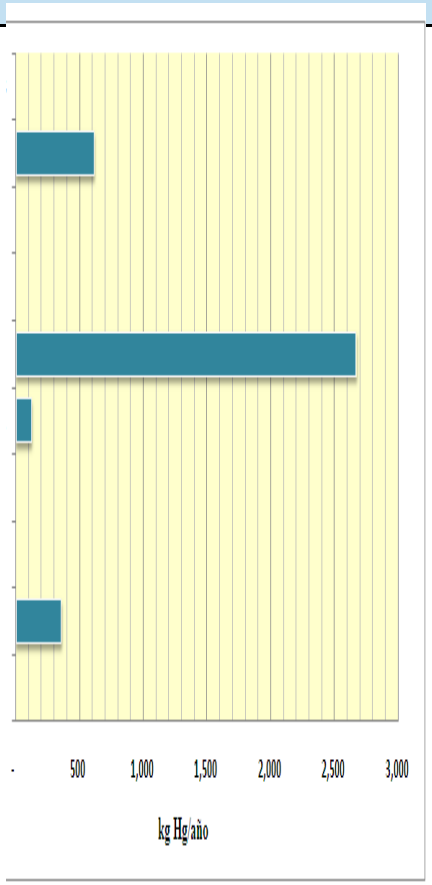
5.6: Otros usos intencionales en productos y procesos*2

5.7: Producción de metales reciclados

5.8: Incineración y quemado de residuos

5.9: Depósitos de residuos/tratamiento de aguas residuales * 3 * 4

5.10: Crematorios y cementerios



*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.
*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.
*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.
*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

Las liberaciones de Mercurio al suelo son generadas en primer lugar por: (5.5) Productos de consumo con uso intensional de Mercurio (2236 kg Hg/año), (5.2) Producción primaria de metal (516 kg Hg/año), (5.10) Crematorios y cementerios (59 kg Hg/año), véase la gráfica 5.

Gráfico 5. Liberaciones de Mercurio al suelo por categoría de las fuentes–Honduras 2015.

5.1: Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía

5.2: Producción primaria de metal (Virgen)

5.3: Producción de otros minerales y materiales * 1

5.4: Uso intencional de Mercurio en procesos industriales

5.5: Productos de consumo con uso intencional de Hg

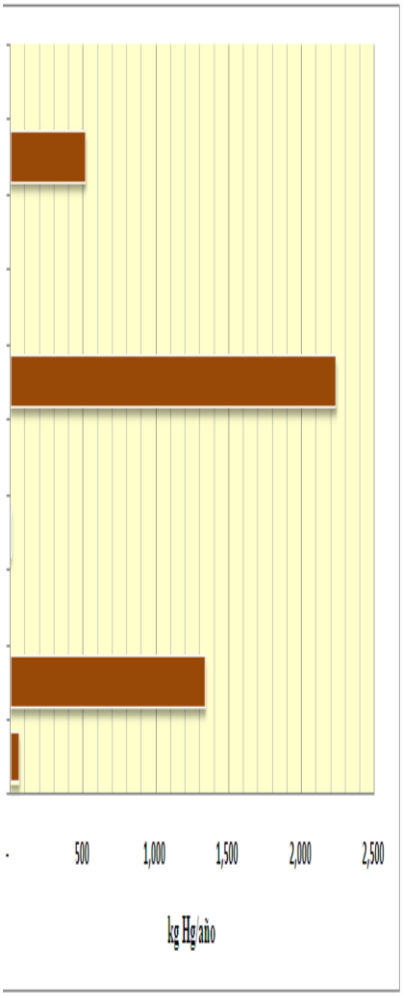
5.6: Otros usos intencionales en productos y procesos*2

5.7: Producción de metales reciclados

5.8: Incineración y quemado de residuos

5.9: Depósitos de residuos/tratamiento de aguas residuales * 3 * 4

5.10: Crematorios y cementerios



*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.
*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.
*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.
*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

Las liberaciones de Mercurio al producto son generadas en primer lugar por: (5.2) Producción primaria de metal 239 (239 kg Hg/año), (5.3) Producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impurezas (12 kg Hg/año), véase la gráfica 6.

Gráfico 6. Liberaciones de Mercurio al producto por categoría de las fuentes–Honduras 2015.

5.1: Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía

5.2: Producción primaria de metal (Virgen)

5.3: Producción de otros minerales y materiales * 1

5.4: Uso intencional de Mercurio en procesos industriales

5.5: Productos de consumo con uso intencional de Hg

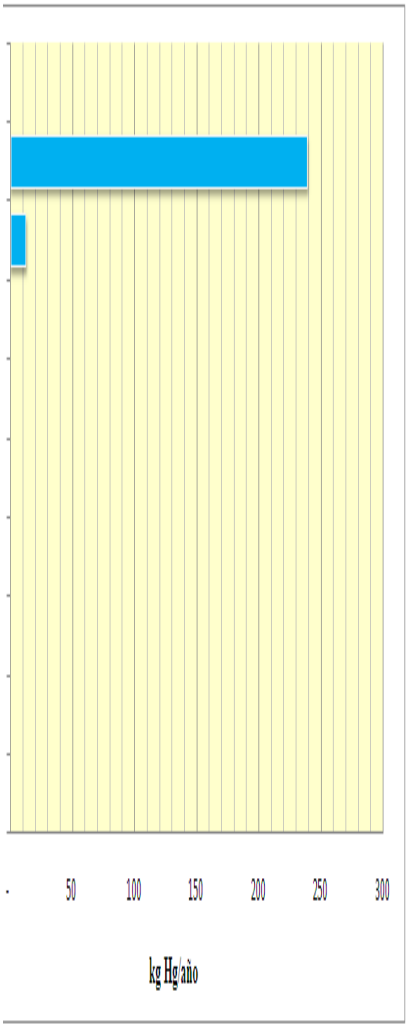
5.6: Otros usos intencionales en productos y procesos*2

5.7: Producción de metales reciclados

5.8: Incineración y quemado de residuos

5.9: Depósitos de residuos/tratamiento de aguas residuales * 3 * 4

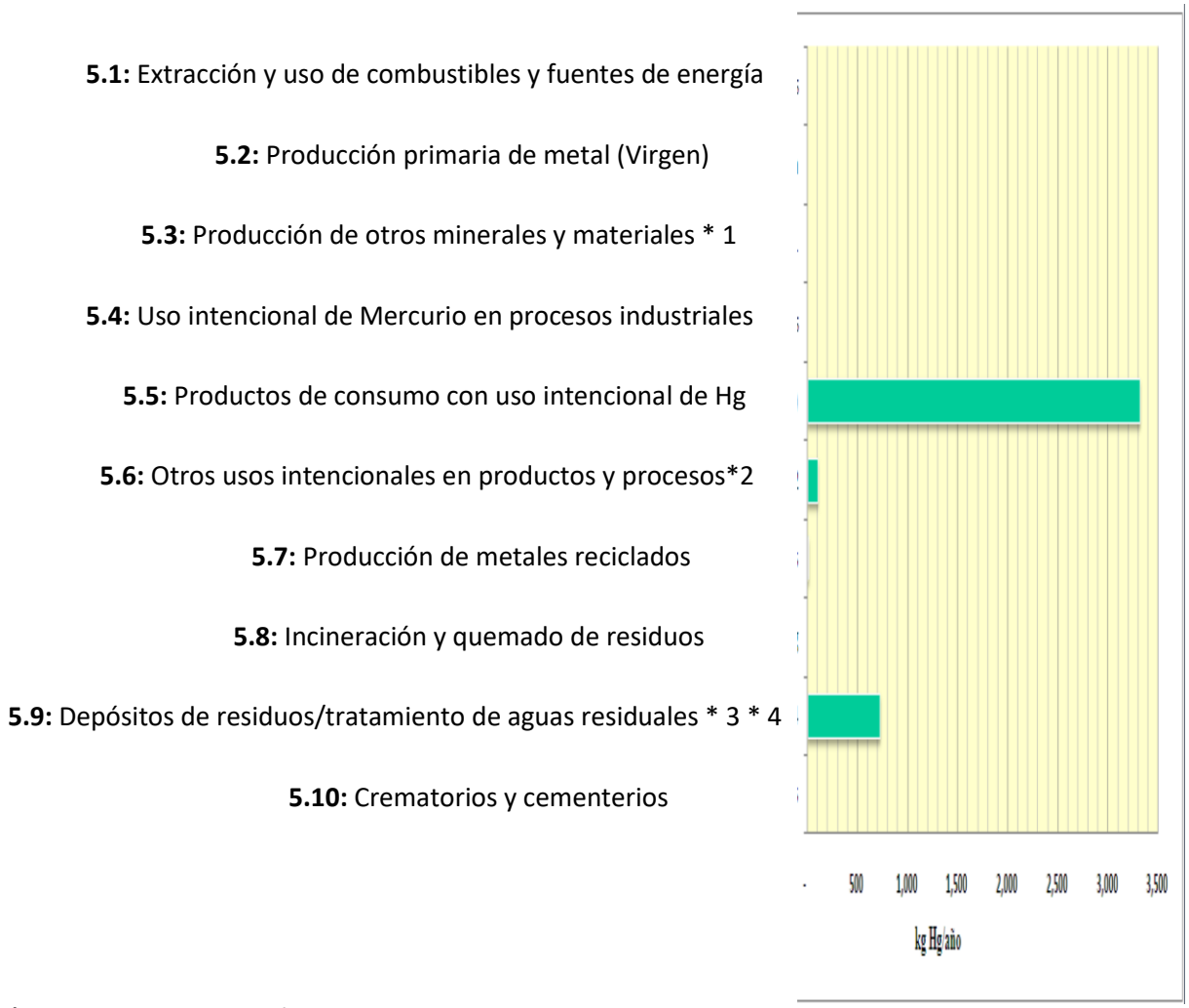
5.10: Crematorios y cementerios



*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.
*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.
*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.
*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

Las liberaciones de Mercurio al residuo son generadas en primer lugar por: (5.5) Productos de consumo con uso intencional de Mercurio (3315 kg Hg/año), (5.9) Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales (726 kg Hg/año) y por último (5.6) Otros usos intencionales en productos y procesos (103 kg Hg/año), véase la gráfica 6.

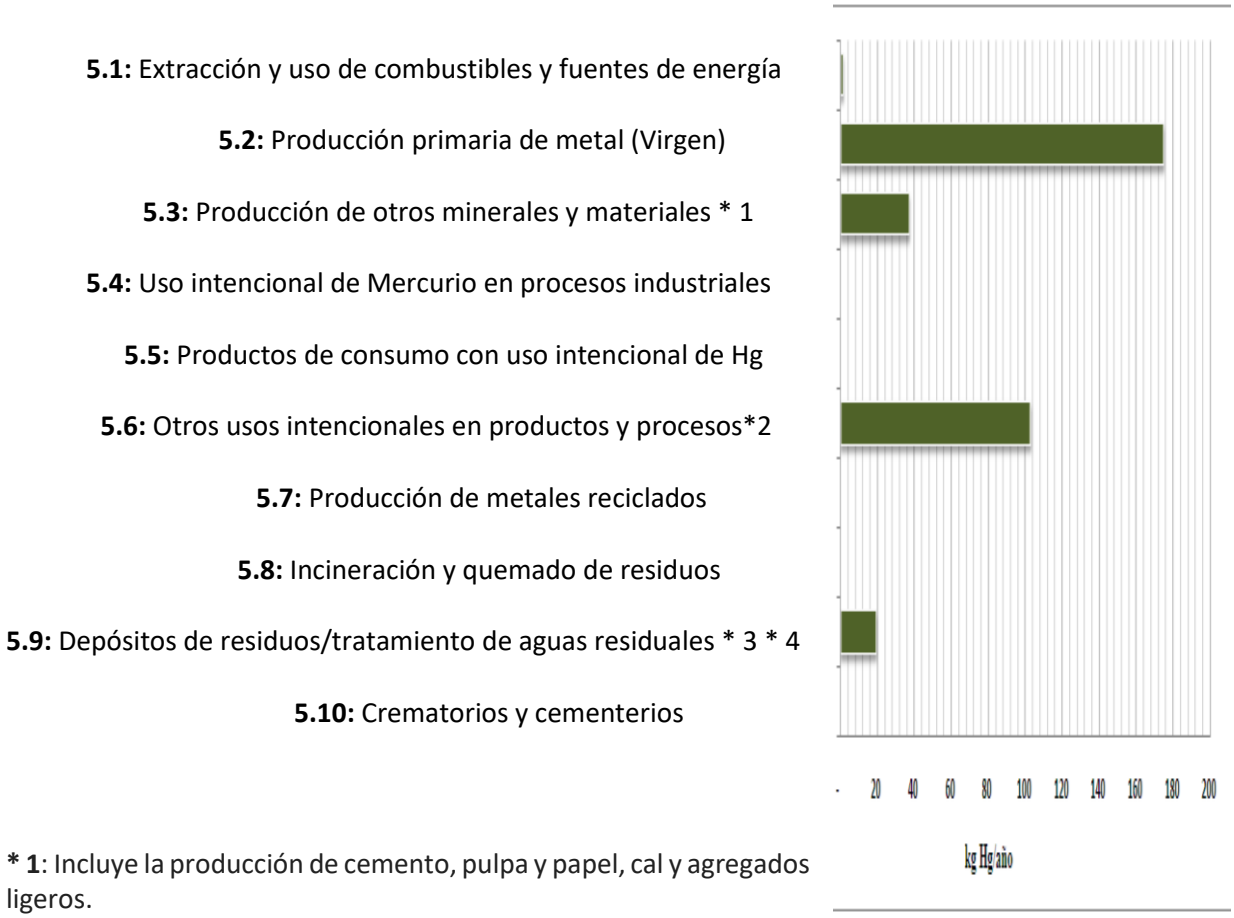
Gráfico 7. Liberaciones de Mercurio al residuo por categoría de las fuentes–Honduras 2015.



*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.
*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.
*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.
*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

Las liberaciones de Mercurio a la disposición de residuos son generadas en primer lugar por: (5.2) Producción primaria de metal (175 kg Hg/año), (5.6) Otros usos intencionales en productos y procesos (103 kg Hg/año), (5.3) Producción de otros minerales y materiales con Mercurio con impureza (37 kg Hg/año), (5.9) Disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales (19 kg Hg/año) y por último (5.1) Extracción y uso de combustibles y fuentes de energía(1 kg Hg/año).

Gráfico 8. Liberaciones de Mercurio a la disposición de residuos por categoría de las fuentes– Honduras 2015.



*** 1**: Incluye la producción de cemento, pulpa y papel, cal y agregados ligeros.

*** 2**: Incluye rellenos de amalgamas dentales, manómetros y patrones, productos químicos y equipos de laboratorio, uso de Hg en rituales religiosos y medicina folclórica y usos de productos diversos.

*** 3:** Las cantidades estimadas incluyen Mercurio en productos que también se ha contabilizado en cada categoría de producto. Para evitar el doble conteo, la liberación a la tierra del vertimiento informal de desechos generales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

*** 4:** La estimación de la entrada y la liberación al agua incluyen cantidades de Mercurio que también se han contabilizado en cada categoría de fuentes. Para evitar el doble conteo, la liberación al agua del sistema/tratamiento de aguas residuales se ha sustraído automáticamente en los datos utilizados en esta tabla.

6.1 Hallazgos y resultados relevantes

De esta investigación se logró realizar una base de datos en la hoja de Excel, por cada uno de las idustrias, instituciones, empresas públicas y privadas que aportaron conocimiento y su valioso tiempo, para procurar mejorar los datos vinculados a las entradas y liberaciones de Mercurio. Es importante aclarar que se tuvo muchas limitantes con respectos a los cantactos de las diferentes empresas, que al final esta limitante se logró superar a través de la solicitud a las diferentes organizaciones, asocianciones e instituciones, personas individuales y el acercamientos de las UMAS, DIMAS, UGA y DEMA, de las diferentes municipalidades que acompañaron y gestionaron las visitas a las empresas.

Por otra parte, se pudo constatar que en la mayoría de las empresas existe desconocimiento de las liberaciones de Mercurio asociadas con la actividad humana, como ser la movilización de impurezas de Mercurio en materias primas, como los combustibles fósiles, disposición final de productos y residuos de Mercurio, aunado los daños que este ocasiona a la salud humana y al ambiente, por lo que se considero relevante socializar sobre las posibles fuentes, liberaciones de Mercurio en su diferentes matrices y los efectos que este ocasiona.

El haber tenido el acercamiento en los diferentes rubros (empresas) en el Inventario N1, esto permitió identificar otras posibles fuentes potenciales liberadoras de Mercurio en el país, asociada la información con que contaban las empresas y así incluirlas para el Inventario N2, que consistió en la elaboración del balance de materia.

Es importante destacar que algunas empresas al darse cuenta de la oportunidad de poder justificar sus datos en el Inventario N2, de las entradas y salidas de Mercurio en sus procesos productivos, gestionaron los análisis de Mercurio en su materia prima, las emisiones y liberaciones, que al final permitió la elaboración del balance de materia y así poder tener datos de la realidad nacional, más asertivos del rubro industrial.

Otros de los aspectos relevantes al visitar las empresas para la elaboración del balance de materia, mostraron resitencia a presentar sus análisis (emisiones y liberaciones), en tal sentido esto fue superado al presentar los resultados del Inventario N1 y la metología del Inventario N2, donde se obtuvo la participación activa del personal asignado por la empresa en la elaboració de dicho balance en sus proceso productivos.

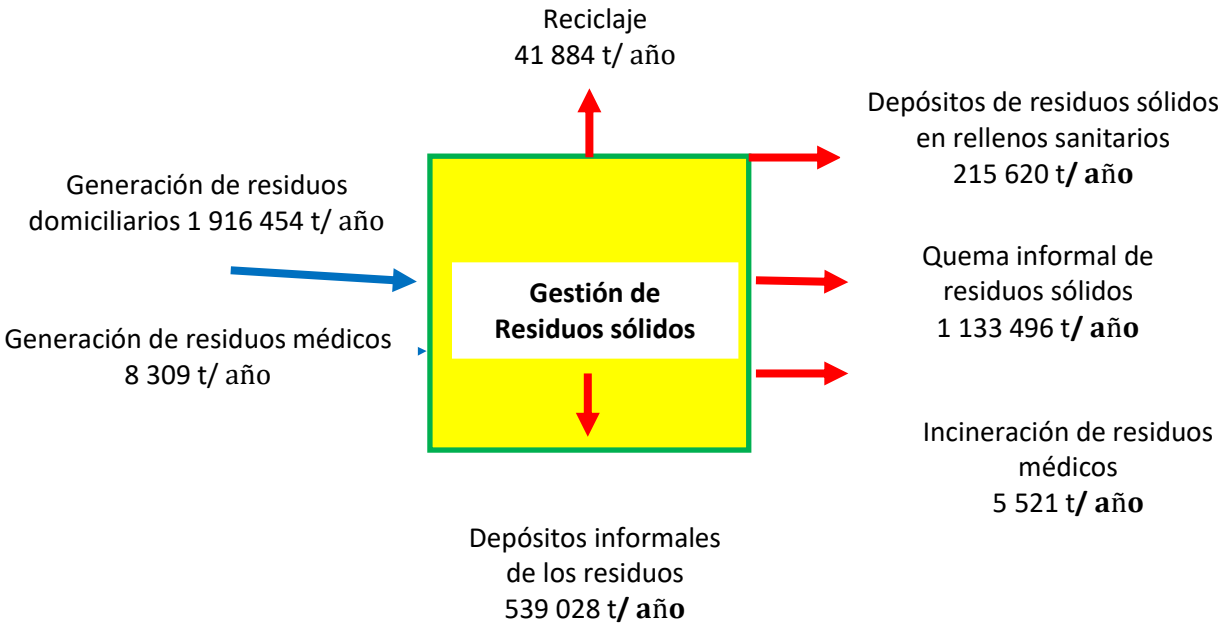
En el caso de la información de los análisis de Mercurio, algunas empresas argumentaron que aunque el Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijas (valor permisible de Mercurio es de 0.05 mg/Nm^3) no les indica la realización del análisis de este metal han tomado la iniciativa de realizarlo, otras empresas utilizan se justifican de que el reglamento no se los exige.
En términos generales, se pudo apreciar que la participación activa de los miembros de las empresas al elaborar el balance de materia de sus procesos productivos, permite de alguna manera identificar los

vacios de información que existen, y en la misma conocer las entradas, las emisiones y liberaciones de Mercurio en cada una de las diferentes matrices.

En el país existen empresas modelos, con su equipo y tecnología que permite reducir el riesgo de contaminación al ambiente y a la salud humana y que es necesario conocerlas, como por ejemplo la incineración de residuos especiales que se desarrolla la actividad de valoración de residuos especiales denominada coprocesamiento en hornos cementeros; que en resumen se puede definir como una valoración energética y como materia prima de residuos; del mismo modo, recicladoras, industria azucarera, plantas extractoras de aceite, industria minera, maquilas, generadoras de energía, etc.

Otro de los rubros importantes destacar en el país, es el material reciclado que es recolectado y clasificado, luego es transformado en materia prima para que pueda ser utilizada por las empresas e industrias que producen productos hechos con materiales reciclados. En tal sentido es necesario conocer estas empresas que se dotan de los equipos y tecnología para la reelaboración de materia prima, a partir de los residuos sólidos (plásticos, tela, papel, cartón, etc.) y en la misma incentivar este rubro del reciclaje en el país (Véase ilustración 16).

Ilustración 15. Gestión de residuos sólidos en el año 2015 en Honduras.



CONCLUSIONES

1. El desarrollo del Inventario permitió obtener una aproximación de la situación nacional con respecto a las emisiones y liberaciones de Mercurio, lo cual constituye una base informativa sólida de gran utilidad para la planificación posterior sobre la gestión ambientalmente racional del Mercurio en el manejo y disposición final.

2. Uno de los factores limitantes para la elaboración del presente Inventario fue la ausencia de estudios de análisis de las emisiones y liberaciones de Mercurio en la mayoría de las subcategoría, así como la información específica de importaciones de productos que contiene Mercurio, por otra parte en que las empresas y organizaciones brindaran información. Por tal razón para contrarrestar estas limitantes se tuvo que recurrir a las inspecciones de campo a diferentes empresas del país, para la elaboración del balance de materia y realizar aproximaciones que permitieran tener una mayor precisión para el Inventario N2.

3. De las subcategorías que se consideran en este Inventario que están sobreestimado las emisiones y liberaciones de Mercurio se encuentra: uso de gasolina, diésel, queroseno, LPG y otros destilados livianos, termómetros con Mercurio, fuentes de luz con Mercurio, baterías con Mercurio, al no disponer de información sobre las cantidades que se consumieron de estos productos, se consideró la importación con respecto al año 2015.

4. De los sitios que se visitaron se pudo constatar que en la mayoría de las empresas existe desconocimiento de las liberaciones de Mercurio asociadas con la actividad humana, como ser la movilización de impurezas de Mercurio en materias primas, como los combustibles fósiles, disposición final de productos y residuos de Mercurio, aparte de los daños que este ocasiona a la salud humana y al ambiente.

5. Es importante indicar, que de las subcategorías que se obtuvieron factores de entrada y distribución nacionales fueron: extracción de Oro y Plata con proceso de amalgamación de Mercurio, extracción y procesamiento inicial de Plomo y Zinc, extracción de Oro, Plata y procesamiento inicial por métodos distintos que amalgamamiento con Mercurio, producción de cemento, termómetros con Mercurio, el resto fueron tomados de los datos propuestos por el PNUMA.

6. Con respecto a los 24 sitios que se inspeccionaron el en Inventario N2, de los cuales 24% (6 de 24 empresas), se obtuvo la información suficiente para la elaboración de balances de materia en su proceso productivo y con el resto se complementó vacíos de información de la tasa de actividad con respecto a Inventario N1, aunado a esta situación algunas empresas argumentaron que aunque el Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijas (valor permisible de Mercurio es de 0.05 mg/Nm^3) no les indica la realización del análisis de este metal han tomado la iniciativa de realizarlo, otras empresas utilizan se justifican de que el reglamento no se los exige.

7. Se verificó mediante el presente inventario que **18 035**[44] **kg** de Mercurio fueron liberados en Honduras durante el año 2015, con un intervalo incertidumbre que va de **10 374 a 36 280 kg** de Mercurio, el 96% del total de las liberaciones de Mercurio corresponden a cuatro categorías: 58% productos de consumo con uso intencional de Mercurio; 21% incineración de residuos (incineración de residuos peligrosos, médicos, quemas informales); el 11% producción primaria de metal (incluye la producción de Oro y Plata por amalgamiento y con métodos distintos); el 6% disposición de residuos/rellenos sanitarios y tratamientos de aguas residuales y el 4% restante son generados por otros usos intencionales en productos y procesos, extracción y uso de combustibles y fuentes de energía, producción de otros minerales y materiales con Mercurio como impureza, crematorios, cementerios y producción de metales reciclados.

8. La información obtenida refleja que en el país no se fabrican productos, pero sí ingresa (importa) una gran cantidad de productos con contenido de Mercurio, siendo la categoría que ocupa el primer lugar con un 58% de las emisiones y liberaciones durante el año 2015, usados en diferentes ámbitos de la población, destacándose principalmente, los termómetros, baterías, lámparas fluorescentes y productos varios (interruptores, juguetes, tubos de bougie médicos), lo que genera que el problema de la exposición al Mercurio, radique en el uso, manipulación y disposición del producto, sumado a los problemas identificados con el manejo de los residuos y aunado el uso de Mercurio como insumo en la MAPE de Oro y en obturación dental.

9. Del total de las emisiones y liberaciones a las diferentes matrices, al medio que mayormente se emite Mercurio es al aire con 38%, seguido al residuo con 23%, al agua 20%, al suelo se libera 16%, disposición de residuos 2% y por último en producto en 1%.

10. La información que se obtuvo sobre la generación de residuos domiciliarios y hospitalarios con respecto al año 2015, el 59% de los residuos sólidos son quemados en botaderos a cielo abierto y de manera clandestina, el 28% de los residuos son depositados en los botaderos a cielo abierto y de manera clandestina (residuos que no se pueden quemar), el 11% son dispuestos en rellenos sanitarios, el 2% son residuos reciclados. En el caso de la recolección de residuos no existe una práctica selectiva de residuos especiales, mucho menos de artículos descartados conteniendo Mercurio como lámparas, termómetros, entre otros, convirtiéndose en una amenaza potencial de contaminación ambiental y salud humana.

11. En relación a los resultados obtenidos de los Inventario N1 y N2, existen grandes diferencias de las emisiones y liberaciones de Mercurio en el año 2015 (N1 159 120 kg y N2 18 035 kg), por lo que gracias

[44] El término "liberaciones" debe entenderse como "salidas" de los procesos industriales. No significa que en su totalidad estén siendo liberadas al ambiente. Por ejemplo: En el 2015 se recuperó 239. 60 kg de Mercurio, en el caso de la disposición de residuos de las minas (173.51 kg de Mercurio), fueron encapsulados y enterrados en los patios de apilamiento en forma controlada.

a la participación activa de las empresas al elaborar el balance de materia de sus procesos productivos permitió contar con algunos factores de entrada y dsitribución de las emisiones y liberaciones reales del país. Durante este proceso algunas empresas identificaron los vacíos de información existente, de las cuales algunas tuvieron el alcance de gestionar los análisis de Mercurio en su materia prima, las emisiones y liberaciones, y así poder justificar y argumentar sus datos, siendo más asertivos del rubro industrial.

12. Por último se concluye que, los sitios, que presentan un potencial de contaminación por Mercurio en el país en función de los hallazgos de los Inventario N1 y N2, se puede considerar los siguientes: sitios que están relacionados con minas de extracción de Oro y Plata, que ya fueron explotadas y cerradas, los sitios donde han funcionado o funcionan las rastras de la MAPE de Oro, bodegas de almacenamiento de dispositivos que contienen Mercurio, botaderos a cielo abierto y botaderos clandestinos, sitios donde se realizan incineración de residuos y planteles para el tratamiento de residuos peligrosos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en el instrumental del Toolkit del PNUMA, actualizar algunos factores de entrada de Mercurio y distribución del instrumental del Toolkit N2 del PNUMA, a partir de las experiencias y los resultados de los inventarios de los diferentes países.

2. Los entidades internacionales, los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, como cuidadores de los pobladores de la población y el medio ambiente, deben contribuir con todas aquellas medidas que se implementen para disminuir y luego eliminar las emisiones de Mercurio.

3. Es importante implementar la Historia Clínica Ambiental que permite investigar los riesgos ambientales durante la consulta, para poder detectar la población en riesgo.

4. Elaboración de un Inventario a nivel nacional en los hospitales y centros de salud públicos y privados de la existencia de equipo médico, reactivos químicos, equipo de laboratorio, uso de amalgamas dentales que contienen Mercurio, para establecer estrategias que permitan realizar un buen manejo y disposición final de los mismos y poder reemplazar gradualmente cada dispositivo y dicten políticas públicas que eliminen estos insumos o dispositivos.

5. Por otro lado, los organismos de gobierno deben informar correctamente a los ciudadanos acerca del peligro para la salud y el ambiente que conlleva la mala gestión de las lámparas fluorescentes y baterías, del mismo modo sobre las empresas especializadas en la recolección, procedimientos a seguir al acumularse y trasladarse para reciclaje. Además, incluir en los programas de Educación

Ambiental esta problemática, en relación a revisar críticamente los hábitos de consumo, corrientes de residuos y subcorrientes Basilea.

6. La gestión de lámparas, pilas y baterías debe regirse por el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y de Responsabilidad Individual del Productor (RIP), entendiendo el primero como "un principio político para promover mejoras ambientales para ciclos de vida completos de los sistemas de los productos que extiende la responsabilidad de los fabricantes del producto a varias fases del ciclo total de su vida útil, especialmente a su recuperación, reciclaje y disposición final" una vez finalizada la vida útil de estos artefactos.

7. Se requiere efectuar ajustes en la clasificación arancelaria de productos conteniendo Mercurio y el Mercurio elemental, para facilitar la identificación del Mercurio y artículos que lo contienen a nivel de importaciones y así lograr una mayor aproximación de las emisiones.

8. Elaboración de plan de gestión para el control de Mercurio en Honduras que contenga medidas de control que incluyan las mejores prácticas ambientales y mejores técnicas disponibles para las fuentes que más emiten Mercurio.

9. Para la gestión del Mercurio se deben crear normas que restrinjan el ciclo de vida del Mercurio desde su producción/importación (productos con Mercurio añadido), su uso, recuperación y almacenamiento permanente e incluir el control de las fuentes que emiten y liberan Mercurio.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Benítez, S. O. (1998, Junio 19). *Retrieved Febrero 22, 2017, from Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana de la ciudad de Mexicali* Mexico. https://www.colef.mx/fronteranorte/wp-content/uploads/2013/10/5-f21_ Comportamiento_de_residuos_solidos_domiciliarios.pdf.

BID. (2015). *Situación de la Gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe,* https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion_de_la_gestion_de_residuos_solidos_en_America_Latina_y_el_Caribe.pdf?sequence=1.

BM. (2015). *Panorama General de Honduras*, Retrieved Noviembre 15, 2016, from http://www.bancomundial.org/es/country/honduras.

BCH. (2015). *Retrieved Enero 14, 2017, from Boletín de Prensa no. 13/2016;en el IV Trimestre de 2015 el pib se incrementó en 1.3%,alcanzando una variación acumulada de 3.6% al cierre del año* .http://www.bch.hn/download/boletines_prensa/2016/boletin_ de_prensa_13_16.pdf

BCH, B. C. (2015). *Producto Interno Bruto Base 2000.* Retrieved Noviembre Jueves, 2016, from http://www.bch.hn/pib_base2000.php.

BCH. (2016, Diciembre 16). *Retrieved Enero 14, 2017, from Boletín de Prensa no. 69/2016a octubre de 2016 el índice mensual de actividad económica (imae) mostróun incremento de 3.6%* http://www.bch.hn/download/boletines_prensa/2016/boletin_de_prensa_69_16.pdf.

CEPAL. (2011). *Encuesta Nacional de Lena Consumo de Lena en Hogares y Pequena Industria en Honduras. Honduras*: http://docplayer.es/10895483-Encuesta-nacional-de-lena-consumo-de-lena-en-hogares-y-pequena-industria-en-honduras-informe-final.html#show_full_text.

CESCCO . (2011). *Diagnóstico Nacional del Uso de Mercurio en Honduras.* Tegucigalpa, M.D.C. Francisco Morazán, Honduras.

CESCCO. (2002). *Situación Actual del Mercurio en Honduras.* Tegucigalpa, M.D.C.

Colindres, M. A. (2006). *Situación Actual de la Producción de Cal en la Minería Artesanalen las Zonas de Taulabé y Chiquila, Su Impacto en el Ambiente y en la Salud de los Caleros.* Tegucigalpa.

Hiriboga, J. E. (2015). *"Evaluación del coeficiente intelectual en niños y niñas en edad escolar residentes en tesis el cantónpaquisha, expuestos ambientalmente acontaminación por metales pesados."* . file:///C:/Users/Patricio/Downloads/TESIS.pdf ECUADOR.

HRUSCHKA, F. (2009). *Retorta Comunal Cooperación del Gobierno Suizo. Lima:* http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/77b26e2f0fcbbaa2176a6e1fc13d9baa.pdf

DINAMA. (2010). *Inventario de Liberaciones de Mercurio en Uruguay en el Sector Industrial.*

ENEE. (2016). *Cobertura del servicio de energía eléctrica en honduras 2015.* http://www.enee.hn/planificacion/2016/Cobertura/DOCTO.-COBERTURA ELECTRICA_ 2015_-05_FEB_2016_version_A%20%20%20(05-05-16)%20Rev.Censo-2013%20[06-05-16].pdf.

EITI-HN. (2016). *Informe de Conciliación de la Iniciativa de Transparencia para las Industrias Extractivas en Honduras (EITI-HN) parael período 2014. Honduras.* http://ujcv.edu.hn/wp-content/uploads/2016/09/InformeEITIHONDURAS2014.pdf.

ELIKA. (2005). *Mercurio en pescado.* http://www.elika.net/datos/riesgos/Archivo_EN6/Mercurio%20en%20pescado%202005.pdf Granja Modelo, s/n. 01192. Arkaute (Áraba).

GAR-de-Mercurio/CESCCO. (2015). *Inventario Nacional de Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio Nivel I en Honduras al 2015.* Tegucigalpa.

GEO-MIAMBIENTE (2014). *Informe del Estado del Ambiente, Metodología Global Environment Outlook (GEO). Honduras.*

Germer, L. D. (2016). *Levantamiento de línea base de Mercurio, incluyendo información socioeconómica en el municipio de El Corpus, departamento de Choluteca, Honduras. Tegucigalpa.*

GReW/IDB. (2015). *Evaluación de Línea Base Gestión de Aguas Residuales Honduras,Regional Fund for Wastewater Management. Retrieved Diciembre 13, 2016, from* http://iwlearn.net/iw-projects/3766/technical-reports/baseline-assessment-study-for-the-gef-crew-project-honduras-1.

GReW/IDB. (2015). *Evaluación de Línea Base Gestión de Aguas Residuales Honduras,Regional Fund for Wastewater Management. Retrieved Diciembre 13, 2016, from* http://iwlearn.net/iw-projects/3766/technical-reports/baseline-assessment-study-for-the-gef-crew-project-honduras-1.

HABITAT. (2012). *Informe sobre la Situación Actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Honduras. Tegucigalpa.*

Henry, B. y. (1987-1989). *Proyecto Inventario Minero Nacional elaborado por la Cooperación Técnica Francesa Bureau de Recherches Geologiques et minieres.* Tegucigalpa.

ICEFI. (2014). *Tegucigalpa M.D.C: Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales, Diagnóstico de la Situación Minera de Honduras 2007-2012*, www.icefi .org.

INE. (2016). *Instituto Nacional de Estaditica.* Retrieved Diciembre 4, 2016, from Cifras de país 2015: http://www.ine.gob.hn/index.php/component/content/article.

IPCS. (2003). *Concise International Chemical Assessment Document 50: Elemental mercury and inorganic mercury.* http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf.

MAE . (2008). *Ministerio de Ambiente de Ecuador, Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio y Productos que Contienen Mercurio.* Quito.

MAP. (2008). *Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio y Productos que contienen Mercurio.* Peru.

MINISTERIO-SALUD-CHILE. (1996). *Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos.* Ediciones Publiley, Santiago Chile. Santiago de Chile: http://web.minsal.cl/sites/default/files/2013RSADECRETO_977_96_actualizado2013.pdf.

MINAE. (2015). *Inventario de Emisiones Toolkit-PNUMA.* http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/5_inventario_de_emisiones_toolkit_pnuma.pdf, Costa Rica.

MINAMATA. (2013). *Convenio de Minamata sobre el Mercurio.* http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/conventionText/Minamata%20Convention%20on%20Mercury_s.pdf.

Minelli, M. (2012). *Diagnostico de la Cadena Productiva de Desechos Sólidos en Honduras (Tegucigalpa y San Pedro Sula).* http://www.pasocierto.com.br/assets/dd3-p3-diagnostico-cadena-de-valores-honduras-2008.pdf, Tegucigalpa.

OMS. (2011). *Retrieved Mayo 5, 2017, from Desechos de las actividades de atención sanitaria,* Web de Wold Healh Organization http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/es/.

OMS/CEPIS. (1998). *Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud.* Retrieved Junio 20, 2017, from http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind62/ guiamane/manuma.html

OMS. (2011). *Estadíticas Sanitarias Mundiales.* Francia: http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS2011_Full.pdf.

OPS. (2010). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Honduras 2010, Tegucigalpa.*

OPS/OMS. (2010). *Inventario Georefenciado de sitios de disposición final en 38 municipios de Honduras.* Tegucigalpa.

Pérez, R. J. (2015). *Tesis fracionamiento de suelos contaminados con Mercurio en el Sur de la Sierra Gorda de Querétaro,* México.

PNRQ, P. N. (2008). *Información sobre el Mercurio (Hg),* http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/mercurio.pdf. Buenos Aires.

PNUMA. (2005). *Evaluación Mundial sobre el Mercurio. Ginebra, Suiza.*

PNUMA (2014). *Informe de El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementeción en la Región de América Latina y el Caribe.* Informe del Centro Coordinador Convenio Basilea Centro Regional Convenio Estocolmo para América Latina y el Caribe, Uruguay.

PNUMA. (2014). *El Convenio de MINAMATA sobre el el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe.* Montevideo, Uruguay.

PLSI. (2014). *Gestión Ambientalmente Racional de Mercurio: Análisis de la Aplicabilidad del Convenio de Minamata en Honduras. Tegucigalpa.*

RNP. (2015). *Estadisticas Vitales,* http://www.rnp.hn/wp-content/uploads/2016/07/2016-07-01-ANUAL-DICIEMBRE-2015-ORIGINAL.pdf . Tegucigalpa.

SEMARNAT. (2008). *Informe Final – Inventario Nacional de Liberaciones de Mercurio México 2004. México* . https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11367/MEXICO_Hg_Inventory_2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SESAL. (2015). *Memoria Anual 2014.* http://www.salud.gob.hn/doc/upeg/memoriaanual2014. pdf, Tegucigalpa.

UNEP. (2002). *Evaluación Mundial Sobre el Mercurio.* Diciembre Ginebra, Suiza. Retrieved Diciembre 28, 2016, from http://www.autismoava.org/archivos/assessment-report-summary-spanish-final.pdf.

Vargas. D. E. (2016). *Evaluación del Impacto Ambiental de la Segregación, Almacenamiento, Transporte y Disposición de los Residuos Sólidos Hospitalarios en tres Centros de Salud Pública de Siguatepeque,* Comayagua.

WebCT Home. (2010). *Historia del Mercurio.* Retrieved Noviembre 27, 2016, from https://www.uprm.edu/socialsciences/sfaenlinea/id95.htm.

WHO. (2004). *Guidelines for Drinking-water quality 3rd edition. Geneva, World Health Organization.* http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf.

WHO. (2000). *Air Quality Guidelines for Europe. Copenhagen, World Health Organization* Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/ 74732/E71922.pdf.

ANEXOS

ANEXO 1: CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN AGUAS SUPERFICIALES DE DIFERENTES PROYECTOS MINEROS DE HONDURAS

Nº	FECHA	UBICACION DEL PROYECTO MINERO	LUGAR DEL PROYECTO MINERO	MUESTRAS ANALIZADAS	CONCENTRACIONES DE MERCURIO (ppm) EN AGUAS SUPERFICIAL
1	04 – Deciembre –1997	Valle de Ángeles, F.M	Las Animas	2	N
2	10 – Febrero – 1998	Talanga, F. M	La Victoria	4	N, < 0.01, < 0.02, 0.05
3	10 – Febrero – 1998	Concordia, Olancho	Cruz de Oro	3	N
4	12 – Febrero – 1998	Lepaguare, Olancho	Canan	1	N
5	12 – Febrero – 1998	Cedros, F..M	El Carmelo	1	N
6	24 – Febrero – 1998	Danlí, El Paraíso	Agua Fría	6	0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.01, < 0.01
7	10 – Marzo – 1998	Corpus, Choluteca	Baldoquín	2	N
8	10 – Marzo – 1998	Corpus, Choluteca	Clavo Rico	1	N
9	10 – Marzo – 1998	Corpus, Choluteca	Guajiniquil	1	N
10	12 – Marzo – 1998	San Isidro, Choluteca	Moramulca	2	N
11	27 – Marzo – 1998	Quimistán, Santa Barbara	Las Minas Quimistán	1	N
12	11 – Mayo – 1998	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	10	N
13	04 – Junio – 1998	Yuscarán, El Paraíso	Yuscarán	1	N
14	17 – Junio – 1998	Corpus, Choluteca	Baldoquin	5	N
15	18 – Junio – 1998	Corpus, Choluteca	Clavo Rico	2	N
16	19 – Junio – 1998	Corpus, Choluteca	El Ratón	5	N

Nº	FECHA	UBICACION DEL PROYECTO MINERO	LUGAR DEL PROYECTO MINERO	MUESTRAS ANALIZADAS	CONCENTRACIONES DE MERCURIO (ppm) EN AGUAS SUPERFICIAL
17	30 – Junio – 1998	Talanga, F.M	La Victoria	3	N
18	01 – Julio – 1998	Bijao Rusio, Olancho	El Mamo	1	N
19	14 – Julio – 1998	Quimistán, Santa Barbara	Las Minas Quimistán	1	N
20	15 – Julio – 1998	Macuelizo, Santa Barbara	Vueltas del Río	3	N
21	13 – Agosto – 1998	Labor, Ocotepeque	El Ocote	1	N
22	19 – Abril – 1999	La Unión, Copán	San Andrés	5	N
23	20 – Mayo – 1999	Choluteca	Choluteca (suelo)	6	N
24	11 – Agosto – 1999	Corpus, Choluteca	Greenstone	3	N
25	31 – Agosto – 1999	Corpus, Choluteca	Baldoquín	4	N
26	31 – Agosto – 1999	Corpus, Choluteca	Guajiniquil	2	N
27	11 – Agosto – 1999	Corpus, Choluteca	El Ratón	4	N
28	11 – Enero – 2000	Corpus, Choluteca	Baldoquin	2	N
29	13 – Enero – 2000	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	10	N
30	02 – Marzo – 2000	San Ignacio, F. M	San Martín	20	N
31	15 – Marzo – 2000	San Ignacio, F. M	San Martín	º7	N
32	04 – Mayo – 2000	La Unión, Copán	San Andrés	1	N
33	05 – Mayo – 2000	San Ignacio, F. M	San Martín	6	N
34	30 – Mayo – 2000	San Ignacio, F. M	San Martín	6	N
35	30 – Mayo – 2000	La Unión, Copán	San Andrés (pila)	4	N

Nº	FECHA	UBICACION DEL PROYECTO MINERO	LUGAR DEL PROYECTO MINERO	MUESTRAS ANALIZADAS	CONCENTRACIONES DE MERCURIO (ppm) EN AGUAS SUPERFICIAL
36	02 – Junio – 2000	La Unión, Copán	San Andrés	3	N
37	14 – Julio – 2000	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	8	N
38	18 – Julio – 2000	La Unión, Copán	San Andrés	3	N
39	28 – julio – 2000	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	1	N
40	31 – Julio – 2000	La Unión, Copán	San Andrés (suelo)	1	N
41	07 – Agosto – 2000	La Unión, Copán	San Andrés	16	N
42	11 – Agosto – 2000	San Ignacio, F. M	Baldoquín	3	N
43	11 – Agosto – 2000	San Ignacio, F. M	San Martín	16	N
44	11 – Agosto – 2000	El Corpus, Choluteca	San Martín	16	N
45	12 – Septiembre – 2001	Las Vegas, Santa Barbara	Baldoquín	1	N
46	12 – Septiembre – 2001	La Unión, Copán	El Mochito	2	N
47	18 – Septiembre – 2001	San Ignacio, F. M	San Martín	16	N
48	12 – Octubre – 2001	San Ignacio, F. M	San Martín	16	N
49	13 – Noviembre – 2001	San Ignacio, F. M	San Martín	12	N
50	16 – Noviembre – 2001	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	12	N
51	03 – Diciembre – 2001	La Unión, Copán	San Andrés	14	N
52	03 – Diciembre – 2001	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	1q1	N
53	03 – Diciembre – 2001	Macuelizo, Santa Barbara	Vueltas del Río	7	N
54	22 – Diciembre – 2001	El Corpus, Choluteca	Baldoquín	3	N

Nº	FECHA	UBICACION DEL PROYECTO MINERO	LUGAR DEL PROYECTO MINERO	MUESTRAS ANALIZADAS	CONCENTRACIONES DE MERCURIO (ppm) EN AGUAS SUPERFICIAL
55	22 – Diciembre – 2001	El Corpus, Choluteca	Clavo Rico	3	N
56	26 – Enero – 2001	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	8	N
57	19 – Febrero – 2001	LA Unión, Copán	San Andrés	10	N
58	09 – Abril – 2001	Chamelecón, Cortés	Chamelecón (Canteras)	8	N
59	14 – Mayo – 2001	Macuelizo, Santa Barbara	Vueltas del Río	5	N
60	25 – Junio – 2001	La Unión, Copán	San Andrés	13	N
61	09 – Julio – 2001	Las Vegas, Santa Barbara	El Mochito	10	N
62	07 – Agosto – 2001	Macuelizo, Santa Barbara	Vueltas del Río	11	N
63	10 – Septiembre – 2001	San Ignacio, F.M	San Martín	20	N
64	28 – Septiembre – 2001	La Unión, Copán	San Andrés	14	N
65	13 – Noviembre – 2001	Macuelizo, Santa Barbara	Vueltas del Río	16	N
66	0 7 – Diciembre – 2001	Laure, Valle	Laure (Valle)	4	N
67	12 – Diciembre – 2001	San Ignacio, F.M	San Martín	10	N
68	19 – Diciembre – 2001	La Unión, Copán	San Andrés	18	N
	Total	-	-	447	

N =No detectable
* = No hay alta confianza
Nivel de detección para Mercurio = N □□0.001 □□* □□0.01
Método de análisis: Reducción –volatización con absorción atómica sin llama.
Aparato: Marca SGI, Modelo 330 (manufactura Japonesa)
Mercurio 0.01 (miligramos / litro) = Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores (Acuerdo No. 058 del 9 de abril 1996, vigente desde el 13 de diciembre de 1997).

Fuente: Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería (DEFOMIN) 1997 – 2001, Honduras, C. A. (Padilla, 2002, p. 6).

ANEXO 2: PLANIFICACIÓN DE GIRAS DE CAMPO

Gira Primera Semana se desarrolló de la manera siguiente:

LUNES 3 DE ABRIL DE 2017
Visita Mina Minerales de Occidente S.A (MINOSA) San Andrés, La Unión, Copán.
MARTES 4 DE ABRIL DE 2017
Visita Mina Minerales de Occidente S.A (MINOSA) San Andrés, La Unión, Copán.
Visita UMA de Santa Rosa de Copán
Visita a las pequeñas minerías artesanales de Santa Cruz Santa Bárbara
MIÉRCOLES 5 ABRIL DE 2017
Visita La Mina del Mochito, Las Vegas, Santa Bárbara
JUEVES 6 ABRIL DE 2017
Visita a la empresa cementera de ARGOS Comayagua
VIERNES 7 ABRIL 2017
Visita a la Mina Clavo Rico, El Corpus, Choluteca
Visita a la UMA de Choluteca

Gira Segunda Semana se desarrolló de la manera siguiente:

LUNES 17 DE ABRIL 2017
Visita Aguas de Choloma
Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Choloma
MARTES 18 DE ABRIL 2017
Visita a la empresa Recicladora TERRA POLYESTER y Fibra Tex de Choloma
Visita a la empresa Generadora de Energía BECO de Choloma
Visita a la Empresa GILDAN de Choloma
Visita a la empresa RECYCLE, S.De R.L. San Pedro Sula, Cortés
MIÉRCOLES 19 DE ABRIL 2017
Incineradora de Occidente de San Pedro Sula
Visita a DIMA de San Pedro Sula
Visita a la empresa FUNYMAQ de San Pedro Sula
Visita a empresa recicladora RECIGROUP de San Pedro Sula
Visita a empresa recicladora INVEMA de San Pedro Sula
JUEVES 20 DE ABRIL 2017
Gestoras de Honduras Environmental Services, S. de R. L. (HES), Choloma Cortés
Visita a la Cementera del Norte (CENOSA), Choloma Cortés

VIERNES 21 DE ABRIL 2017
Visita empresa INCAL, Potrerillos, Cortés
Visita a la DEMA de Comayagua

ANEXO 3: BALANCE DE MATERIA DE MERCURIO DE LA INDUSTRIA MINERA

INDUSTRIA N.1

Datos

Componentes	Valores
Pilas de Solución de Mercurio	$450 \text{ ppb Hg} = 450 \text{ Hg } {}^{\mu g}/_{l}$
Descargas al rio de Mercurio	$0.7 \text{ ppb} = 0.7 \ {}^{\mu g}/_{l} \text{ Hg}$
Solución en proceso	$450 \text{ ppb Hg} - 0.7 \text{ ppb} = 449.30 \ {}^{\mu g}/_{l} \text{ Hg}$
Volumen de agua procesada	60 000 000 Galones
Concentraciones de emisiones al aire Hg	0.02 µg Hg (mediciones diarias)
Volumen de agua que queda en las pilas de solución	$= (8\,150\,198 + 11\,650\,152 + 7\,671\,367 + 28\,692\,107)\text{galones}$ $= 56{,}163{,}824.00 \text{ galones}$

Cálculo de emisiones Mercurio al Aire

Cantidad de liberación al aire $= 0.02$ µg Hg/mes

$3{,}300 \ {}^{\text{ft}^3}/_{\text{min}}$ de vapor al mes

Producción de vapor al mes es 8 diasx $24 \ {}^{24\text{h}}/_{1 \text{ día}} = 192\text{h}$

$192 \ \cancel{\text{h}} \text{ x } 60 \ {}^{\text{min}}/_{1 \ \cancel{\text{h}}} = 11{,}520 \text{ min}$

$3{,}200 \ \frac{\text{ft}^3}{\cancel{\text{min}}} \text{x } 11{,}520 \ \cancel{\text{min}} = 36{,}864{,}000 \text{ ft}^3$

$36{,}864{,}000 \text{ ft}^3 \text{x } \frac{1 \text{ m}^3}{(3.28 \text{ ft})^3} = 1{,}044{,}673.34 \text{ m}^3$

$1{,}044{,}674.34 \ \cancel{\text{m}}^3 \text{x } \frac{1000 \text{ l}}{1 \ \cancel{\text{m}}^3} = 1{,}044{,}674{,}340 \text{ l}$

$1{,}044{,}674.34 \cancel{\text{l}} \text{ x } \frac{0.02 \text{ µg}}{\cancel{\text{l}}} = 20{,}893{,}486 \text{ µg}$

$20{,}893{,}486.8 \text{ µg x } \frac{1 \text{ g}}{1\text{x}10^6 \text{µg}} \text{x} \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{g}} = 0.02 \text{ kg Hg /mes}$

$\frac{0.02 \text{ kg Hg}}{1 \ \cancel{\text{mes}}} \text{ x } \frac{12 \ \cancel{\text{meses}}}{1 \text{ año}} =$ **0. 25kg Hg /año**

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Agua

$$60,000,000 \ \cancel{\text{galones}} \ \text{x} \ \frac{3.7854 \ \text{l}}{1 \ \cancel{\text{galón}}} = 227,124{,}000 \ \text{l}$$

$$227,124,000 \ \cancel{\text{l}} \ \text{x} \ \frac{0.7 \ \mu\text{g}}{\cancel{\text{l}}} \text{x} \frac{1 \ \text{g}}{1 \ \text{x} \ 10^6 \mu\text{g}} \text{x} \frac{1 \ \text{kg}}{1000 \text{g}} = \mathbf{0.16 \ kg \ Hg/año}$$

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al suelo

No se libera porque es un proceso industrial es completamente cerrado con recirculación de soluciones, esto significa que los afluentes líquidos no son descargados o entran en contacto con el suelo del área.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Producto

Existe recuperación de Mercurio a través de la retorta y Scrubber aunque el producto principal es el Oro y la Plata. En el 3 de abril de 2017 se tenía un inventario almacenado de 3 toneladas de Mercurio recuperado.

Año	Cantidad en Kg Hg recuperado
2013	655.01
2014	752.72
2015	239.60
2016	351.95

En el 2015 se recuperó **239.60 kg Hg/año**

Cálculo de las liberaciones de Mercurio en Residuos

En los residuos no se libera Mercurio porque los encapsulan y son enterrados en los patios de lixiviación.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio Disposición de Residuos

$$Hg \ en \ solución \ PTA - Hg \ liberado \ al \ agua = Hg \ retenido \ en \ agua$$

$$\text{Hg en solución en proceso} = 450 \ ppb - 0.7 \ ppb$$
$$= 449.30 \ ppb \ se \ encapsulan \ en \ los \ patios \ de \ apilamiento$$

$$449.30 \ \frac{\mu\text{g}}{\cancel{\text{l}}} \ \text{x} \ 227,124,000 \ \cancel{\text{l}} = 1.02\text{x}10^{11} \mu\text{g Hg/año}$$

$$1.02\text{x}10^{11} \mu\text{g Hg} \ \text{x} \ \frac{1 \ \text{g}}{10^6 \mu\text{g}} \text{x} \frac{1 \ \text{kg}}{1000 \text{g}} = \mathbf{102.05 \ kg \ Hg/año}$$

Cálculo del Mercurio Retenido en las pilas de solución

Cuando se realizó el balance de materia, en este proceso se encontró cierta cantidad de Mercurio que se quedó retenido en las pilas de solución después de su ingreso al sistema de proceso, que fue utilizado para el siguiente año, lo que significa que el Mercurio fue liberado hasta el año 2016.

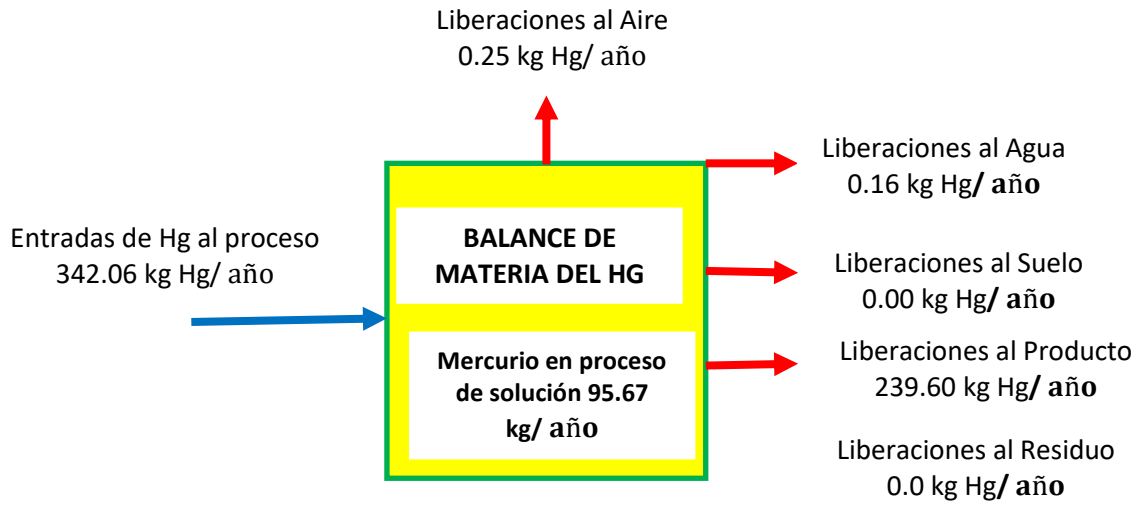
En el 2015 quedo un volumen de agua en las pilas de solución de $56,163,824$ gal

$$56,163,824 \text{ galones} \times \frac{3.7854 \text{ l}}{1 \text{ galón}} = 212,602,539.4 \text{ l} \times \frac{450 \text{ µg}}{\text{l}} \times \frac{1 \text{ g}}{1\text{x}10^6 \text{ µg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{g}} = \mathbf{95.67\ kg/\ año}$$

Cálculo de la Entrada de Mercurio al proceso

$$\text{Entrada de Mercurio} = 0.25 \text{ kg Hg} + 0.16 \text{ kg Hg} + 239.60 \text{ kg Hg} + 102.05 \text{ kg Hg} = \mathbf{342.06\ kg\ Hg/\ año}$$

Diagrama del Balance de Materia del Mercurio



Cálculo del Factor de Entrada

$$Factor\ de\ entrada = \frac{1000g\ (342.06\ \cancel{kg}\ Hg)}{6,000,000\ \cancel{kg}\ {}^{t}/_{\text{año}}} = \mathbf{0.057\ g\ Hg/t}$$

Cálculo de las Emisión y Liberación de Mercurio

Liberación diferentes Matrices	Cantidad de liberación de kg Hg /año	Porcentaje de Liberación
Aire	0.25	0.00
Agua	0.16	0.00
Suelo	0.00	0.00
Productos	239.6	0.70
Residuos	0.00	0.00
Disposición de Residuos	102.05	0.30
Total	**342.06**	**1**

INDUSTRIA N.2

Datos

Para el año 2017 los valores más elevados del pozo perforado presento

$$0.01 \leq x \leq 1.7 \text{ ppm (mg Hg/kg material)}$$

Cálculo de entrada de Mercurio al proceso

Concentraciones en Corte

$$\frac{\frac{1.045\ mg\ Hg}{kg\ material} + \frac{1.185\ mg\ Hg}{kg\ material}}{2} = \frac{1.115\ mg\ Hg}{kg\ material}$$

$$\frac{1.115\ \cancel{mg}Hg}{kg}\ x\ \frac{1\ g}{1000\ \cancel{mg}}\ x\ \frac{1000\ kg}{1\ t\ (metrica)} = 1.115\ {}^{g\ Hg}/_{t\ (metrica)}$$

$Factor\ de\ entrada = \mathbf{1.115\ {}^{g\ Hg}/_{t}}$

Entradas de Mercurio = Tasa de actividad $\left({}^{t}/_{a}\right) *$ factor de entrada $\left({}^{g\ Hg}/_{t}\right) * \frac{1\ kg}{1000\ g}$

$Entrada\ Hg = 77,167.73\ \cancel{t}\ x\ \frac{1.115\ \cancel{g}\ Hg}{\cancel{t}}\ x\ \frac{1\ kg}{1000\cancel{g}} = \mathbf{86.04\ kg\ Hg/año.}$

Cálculo de emisiones Mercurio al Aire

No hay mediciones de las emisiones al aire, por lo que se asume que la diferencia de las entradas de Mercurio con las liberaciones (disposición de residuos) es lo que se emite al aire.

Emisión al aire = 86.04 kg Hg/año − 71.46 kg Hg/año − 71.46 = **14.58 kg Hg/año**

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Agua

Mediciones en agua superficial realizado por el laboratorio ALS, dieron resultados Mercurio (Hg)-Total (mg/l) $< 0.000050\ {}^{mg}/_{l}$, demostrando que las liberaciones al agua es despreciable.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al suelo

No se libera porque es un proceso industrial es completamente cerrado con recirculación de soluciones, esto significa que los afluentes líquidos no son descargados o entran en contacto con el suelo del área. Además realizan mediciones en agua subterránea entre los dos patios de lixiviación realizados a través de piezómetros (laboratorio ALS), Mercurio (Hg)-Total (mg/l) $< 0.000050\ {}^{mg}/_{l}$, demostrando que no hay filtraciones al suelo.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Producto

Las fundiciones se realizan a 950 ℃ y el Mercurio se evaporiza a 357℃, lo que los indica que probablemente no hay Hg en el producto, pero aquí se puede evaporar Hg al aire.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio en Residuos

En los residuos son enterrados en los patios de lixiviación.

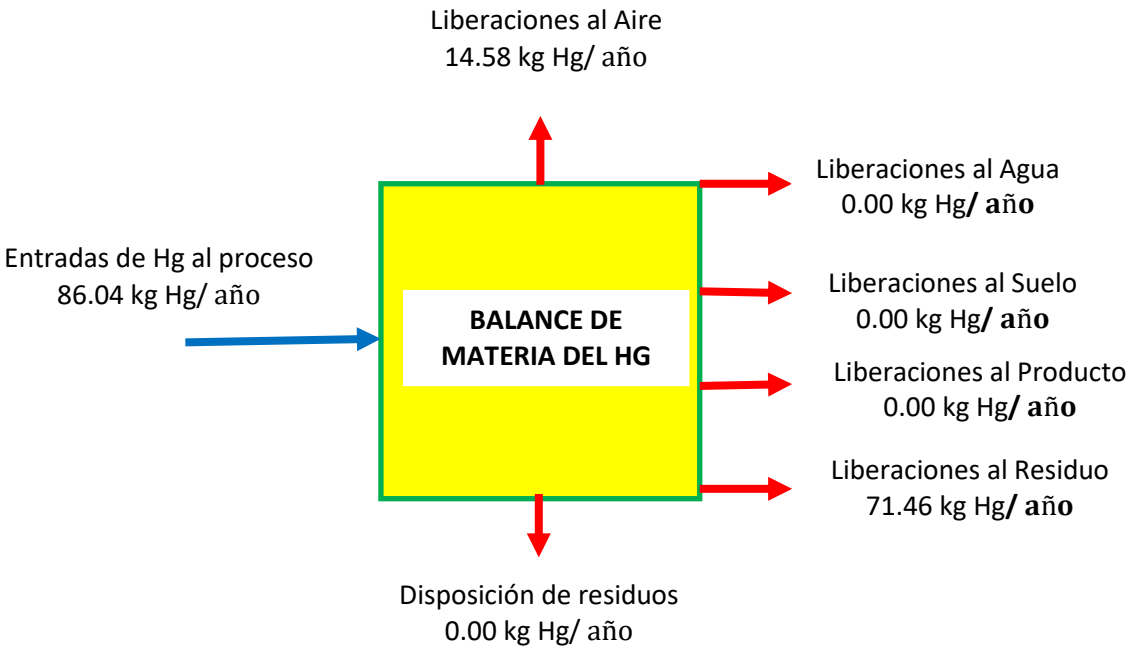
Cálculo de las liberaciones de Mercurio Disposición de Residuos

$$\frac{1.225\ mg\ Hg}{kg\ material} + \frac{0.627\ mg\ Hg}{kg\ material} \over 2 = 0.926\ mg\ Hg/_{kg\ material}$$

$$\text{Entradas de Mercurio} = \text{Tasa de actividad } \left({}^{\text{t}}/_{\text{a}}\right) * \text{factor de entrada } \left({}^{\text{g Hg}}/_{\text{t}}\right) * \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}$$

$$Entrada\ Hg = 77,167.73\ \cancel{t}\ x \frac{0.926\ \cancel{g}\ Hg}{\cancel{t}} x\ \frac{1\ kg}{1000\cancel{g}} = \mathbf{71.46kg\ Hg/año}$$

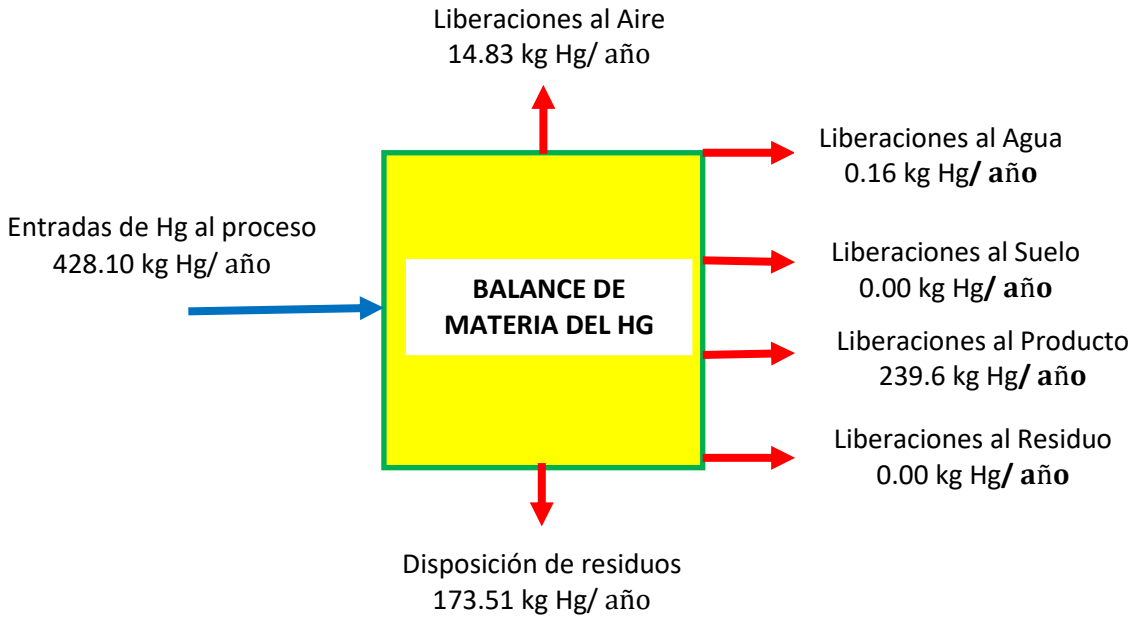
Diagrama del Balance de Materia del Mercurio



Cálculo de las Emisión y Liberación de Mercurio

Liberación diferentes Matrices	Cantidad de liberación de kg Hg /año	Porcentaje de Liberación
Aire	14.58	0.17
Agua	0.00	0.00
Suelo	0.00	0.00
Productos	0.00	0.00
Residuos	0.00	0.00
Disposición de Residuos	71.46	0.83
Total	**86.04**	**1**

ELABORACIÓN DE BALANCE GENERAL PARA INDUSTRIA MINERA



Cálculo del factor de entrada

$$Factor\ de\ entrada = \frac{1000g\ (\ 428.10\ \cancel{kg}\ Hg)}{60,077,168\ \cancel{kg}\ {}^{t}/_{\text{año}}} = \mathbf{0.0071\ g\ Hg/t}$$

Cálculo de las Emisión y Liberación de Mercurio

Liberación diferentes Matrices	Cantidad de liberación de kg Hg /año		Total de emisiones y Liberaciones	Porcentaje de liberación
	Industria N.1	Industria N.2		
Aire	0.25	14.58	14.83	0.03
Agua	0.16	0.00	0.16	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	0.00
Productos	239.6	0.00	239.6	0.56
Residuos	0.00	0.00	0.00	0.00
Disposición de Residuos	102.05	71.46	173.51	0.41
Total	**342.06**	**86.04**	**428.10**	**1**

ANEXO 4 : BALANCE DE MATERIA DE MERCURIO DE LA INDUSTRIA CEMENTERA

En este balance se utilizaron datos de análisis de la materia prima y de productos final del año 2017 y los análisis de datos de las emisiones del aire y de la tasa de producción de actividad fueron del año 2015, por lo anterior se asumirá que no hay variación marcada en los análisis de materia prima y producto final para el año 2015 (año base del inventario).

PROCESO I : CLINKERIZACIÓN

Datos

Materia Prima y combustibles	Tasa de actividad t/año	Factor de entrada de Mercurio g Hg/t
Materia prima		
Caliza	954 115.50	$< 0.01\ g\ Hg/t$ Despresiable
Mineral de Hierro	36 678.70	$< 0.01\ g\ Hg/t$ Despresiable
Esquisto	178 380	$< 0.01\ g\ Hg/t$ Despresiable
Fluorita	3 534.03	$0.4185\ g\ Hg/t$
Combustible alternos		
Petcoke de petróleo	69 459.20	$0.7714 g\ Hg/t$
Diésel	802.36	
Bunker	832.14	
Residuos Industriales y aceite usados	3 467.66	

Cálculo de las entradas de Mercurio al proceso de Clinkerización

$$Entrada\ de\ Mercurio\ Fluorita = \frac{3{,}434.03\ \cancel{t}}{\text{año}} x \frac{0.7714\ \cancel{g\ Hg}}{\cancel{t}} x \frac{1\ kg\ Hg}{1000\ \cancel{g\ Hg}} = \mathbf{1.48\ kg\ Hg/año}$$

$$Entrada\ de\ Mercurio\ por\ combustible\ alterno = \frac{71{,}561.36\ \cancel{t}}{\text{año}} x \frac{0.7714\ \cancel{g\ Hg}}{\cancel{t}} x \frac{1\ kg\ Hg}{1000\ \cancel{g\ Hg}}$$

$$= \mathbf{57.52\ kg\ Hg/año}$$

Cálculo de emisiones Mercurio al Aire

$$\frac{699{,}013\ \cancel{\text{t clinker}}}{\text{año}} \text{x} \frac{0.07 \cancel{\text{g Hg}}}{\cancel{\text{t clinker}}} \text{x} \frac{1\ \text{kg Hg}}{1000\ \cancel{\text{g Hg}}} = \mathbf{48.93\ kg\ Hg/año}$$

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Agua

Según datos presentados no hay liberación de Mercurio al agua porque es un proceso en seco.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al suelo

Según datos presentados no hay liberación de Mercurio al suelo porque es un proceso cerrado.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Producto (Clinker)

Clinker $< 0.01\ {}^{g\ Hg}/_{t}$ se considera despreciable.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio en Residuos

El polvo recircula en el proceso

$$\frac{13{,}980\ \cancel{\text{t polvo}}}{\text{año}} \text{x} \frac{0.0123 \cancel{\text{g Hg}}}{\cancel{\text{t polvo}}} \text{x} \frac{1\ \text{kg Hg}}{1000\ \cancel{\text{g Hg}}} = \mathbf{0.172\ \ kg\ Hg/año}$$

$$Total\ de\ salida\ de\ Mercurio = 48.93\ \ kg\ Hg/\text{año} + 0.172\ \text{kg Hg/año} = \mathbf{49.10\ \ kg\ Hg/año}$$

La diferencia es de $9.9\ \ kg\ Hg/$año, se asume que la diferencia de las entradas y salidas de la emisión y liberación de Mercurio se debe al uso de los datos de análisis de Mercurio de la materia prima de año 2017. Además en los resultados de análisis del clinker del proceso I que es despreciable, por lo anterior se asume que la liberación de Mercurio del primer proceso es de **49.10 kg Hg/año.**

PROCESO I I: MOLINEDA DE CEMENTO

Datos

Materia Prima y combustibles	Tasa de actividad t/año	Factor de entrada de Mercurio g Hg/t
Materia prima		
Puzolana	256 794.97	0.0332
Caliza	954 115.50	< 0.01 Despresiable
Clinker	599 013.00	< 0.01 Despresiable
Cemento	832 916.00	$< 0.01\ {}^{g\ Hg}/_{t}$

Cálculo de las entradas de Mercurio al proceso de Molienda de Cemento

$$Entrada\ de\ Mercurio\ Puzolana = \frac{256,794.97\ \cancel{t}}{\text{año}} x \frac{0.0332\ \cancel{g\ Hg}}{\cancel{t}} x \frac{1\ kg\ Hg}{1000\ \cancel{g\ Hg}} = \mathbf{8.53\ \ kg\ Hg/año}$$

Cálculo de emisiones Mercurio al Aire

No se hicieron mediciones en chimenea de este proceso, pero como no se presentan liberaciones en las otras matrices, se asume que las emisiones al aire es de 8.53 kg Hg/año.

$Emisiones\ al\ aire = \mathbf{8.53\ \ kg\ Hg/año}$.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Agua

Según datos presentados no hay liberación de Mercurio al agua porque es un proceso en seco.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al suelo

Según datos presentados no hay liberación de Mercurio al suelo porque es un proceso cerrado.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio al Producto (Cemento)

Cemento $< 0.01\ {}^{g\ Hg}/_{t}$ se considera despreciable.

Cálculo de las liberaciones de Mercurio en Residuos

Según datos presentados no hay liberación de Mercurio no se generan residuos en el proceso II.

Diagrama del Balance de Materia del Mercurio en el proceso de Clinkerización

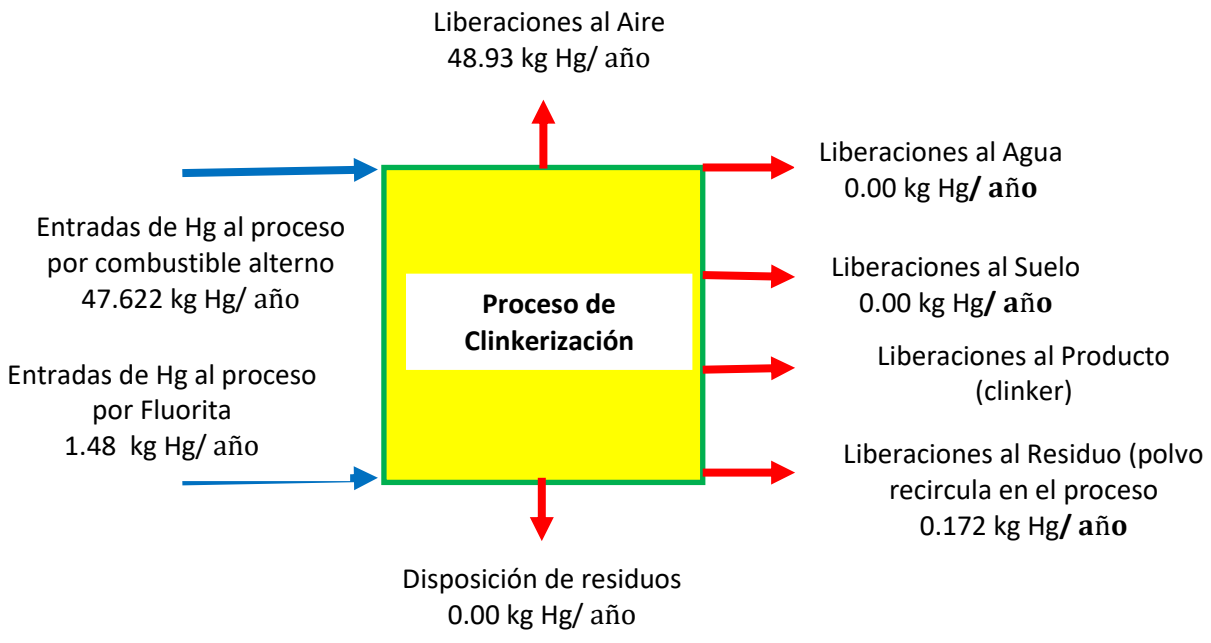
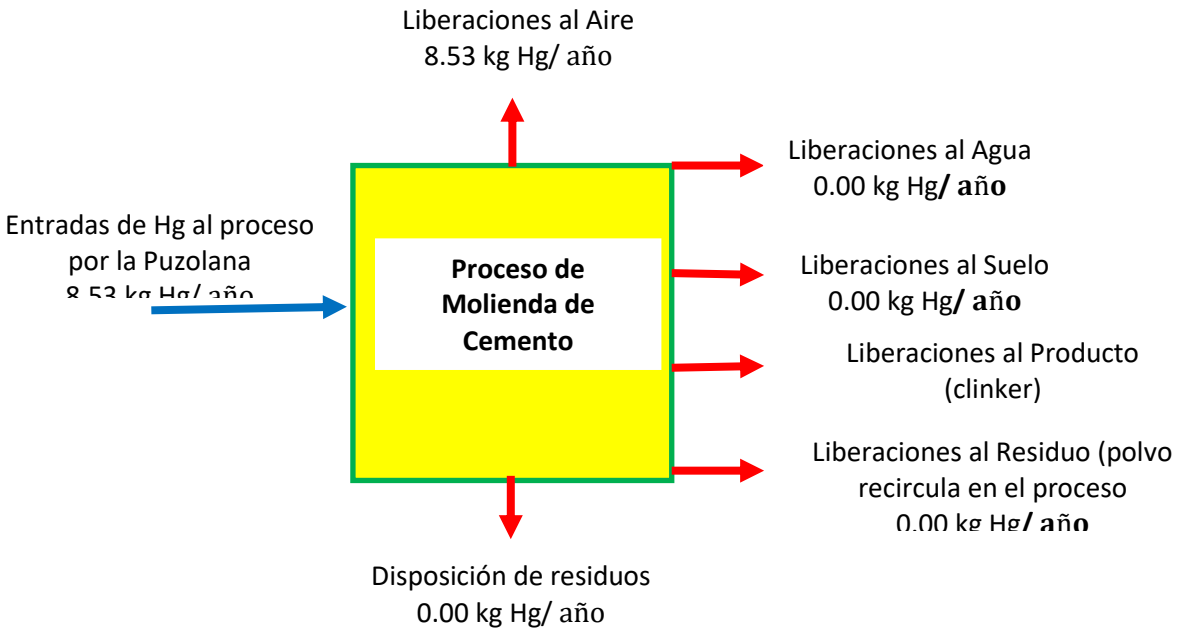


Diagrama del Balance de Materia del Mercurio en la Molienda de Cemento



RESULTADOS GENERALES DEL BALANCE

$$Total\ de\ entrada\ de\ Hg = \frac{49.10\ kg\ Hg}{\text{año}} + \frac{8.53\ \ kg\ Hg}{\text{año}} = \mathbf{57.63\ kg\ Hg/año}$$

$$Total\ de\ \ de\ Hg = \frac{48.93\ kg\ Hg}{\text{año}} + \frac{0.172\ \ kg\ Hg}{\text{año}} + \frac{8.53\ \ kg\ Hg}{\text{año}} = \mathbf{57.63\ kg\ Hg/año}$$

Cálculo del Factor de Entrada

$$Factor\ de\ entrada = \frac{1000g\ (57.63\ \cancel{kg}\ Hg)}{832,916\ \cancel{kg}\ {}^{t}/_{\text{año}}} = \mathbf{0.069\ g\ Hg/año}$$

Cálculo de las Emisión y Liberación de Mercurio

Liberación diferentes Matrices	Cantidad de liberación de kg Hg /año	Porcentaje de Liberación
Aire	57.46	0.997
Agua	0.00	0.00
Suelo	0.00	0.00
Productos	0.00	0.70
Residuos	0.172	0.00
Disposición de Residuos	0.00	0.0030
Total	**57.63**	**1**

ANEXO 5: UNIDADES DE SALUD POR REGIÓN SANITARIA

REGION SANITARIA	Hospitales			CESAMO	CESAR	CMI	CLIPER	CEO	TOTAL
	Nacional	Regio	Área						
Departamental de Atlántida	0	1	1	21	32	0	0	1	**56**
Departamental de Colón	0	0	2	19	41	3	0	0	**65**
Departamental de Comayagua	0	1	0	24	65	5	0	2	**97**
Departamental de Copán	0	1	0	24	61	4	0	1	**91**
Departamental de Cortés	0	0	1	25	35	4	0	0	**65**
Departamental de Choluteca	0	1	0	33	113	6	0	1	**154**
Departamental de El Paraíso	0	0	1	23	74	4	0	1	**103**
Departamental de Francisco Morazán	0	0	0	33	65	1	0	0	**99**
Departamental de Gracias a Dios.	0	0	1	16	31	3	0	1	**52**
Departamental de Intibucá	0	0	1	16	39	7	0	1	**64**
Departamental de Islas de la Bahía	0	0	1	6	1	0	0	0	**8**
Departamental de La Paz	0	0	1	16	53	3	0	1	**74**
Departamental de Lempira	0	0	1	13	92	7	0	0	**113**
Departamental de Ocotepeque	0	0	1	21	25	2	0	0	**49**
Departamental de Olancho	0	1	0	35	141	6	0	1	**184**
Departamental de Santa Bárbara	0	0	1	22	59	4	0	0	**86**
Departamental de Valle	0	0	1	15	57	5	0	0	**78**

REGION SANITARIA	Hospitales			CESAMO	CESAR	CMI	CLIPER	CEO	TOTAL
	Nacional	Regio	Área						
Departamental de Yoro	0	0	3	24	62	8	0	0	**97**
Metropolitana del Distrito Central	6	0	0	25	36	0	3	2	**72**
Metropolitana de San Pedro Sula	1	1	0	27	2	0	0	2	**33**
TOTAL	**7**	**6**	**16**	**438**	**1,084**	**72**	**3**	**14**	**1,640**

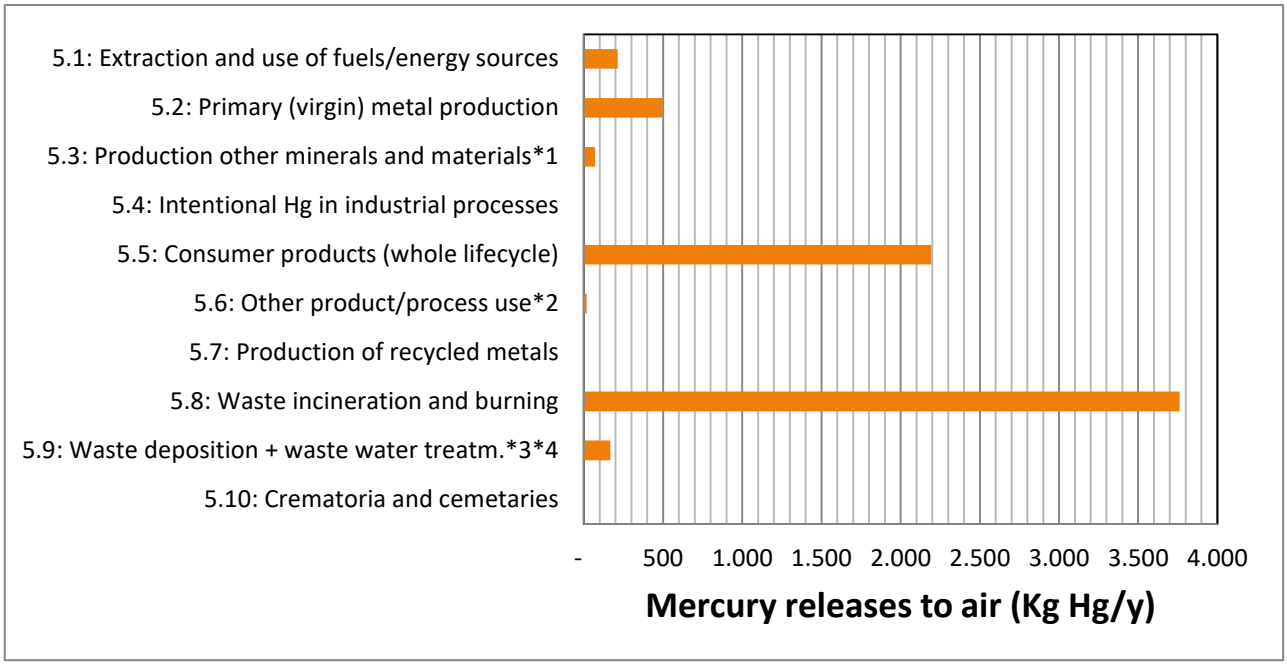
Fuente: (SESAL, 2015, p. 17).

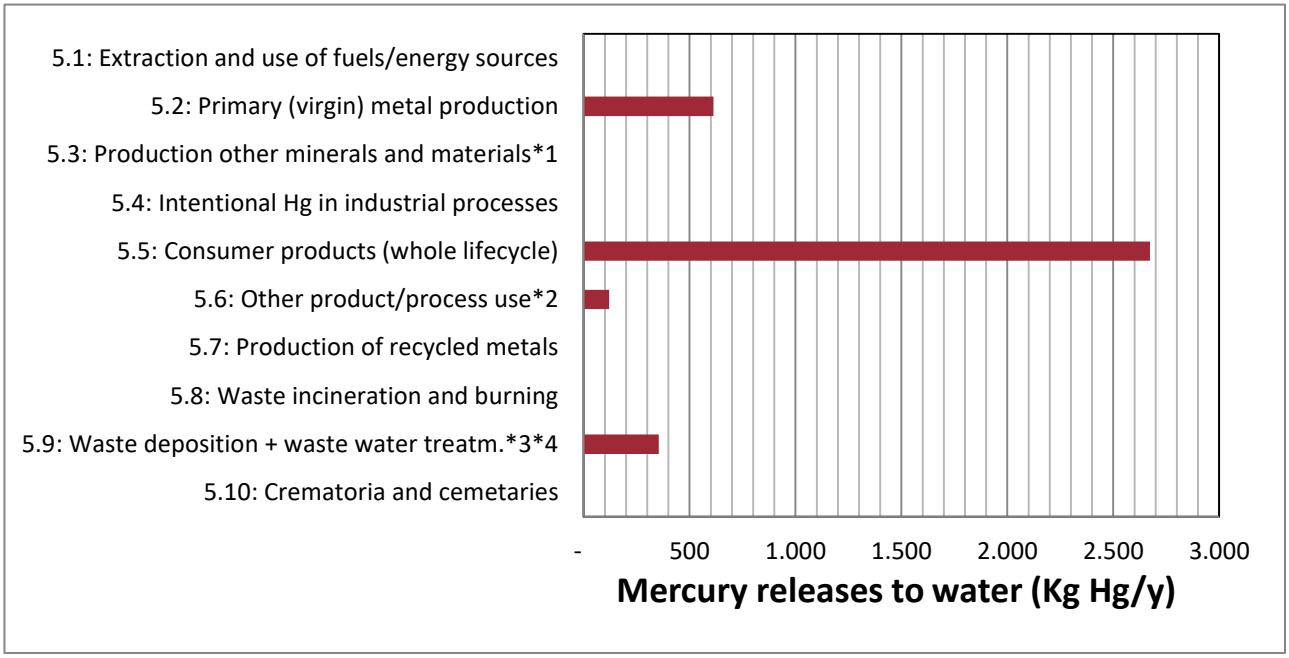
ANEXO 6: PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HONDURAS

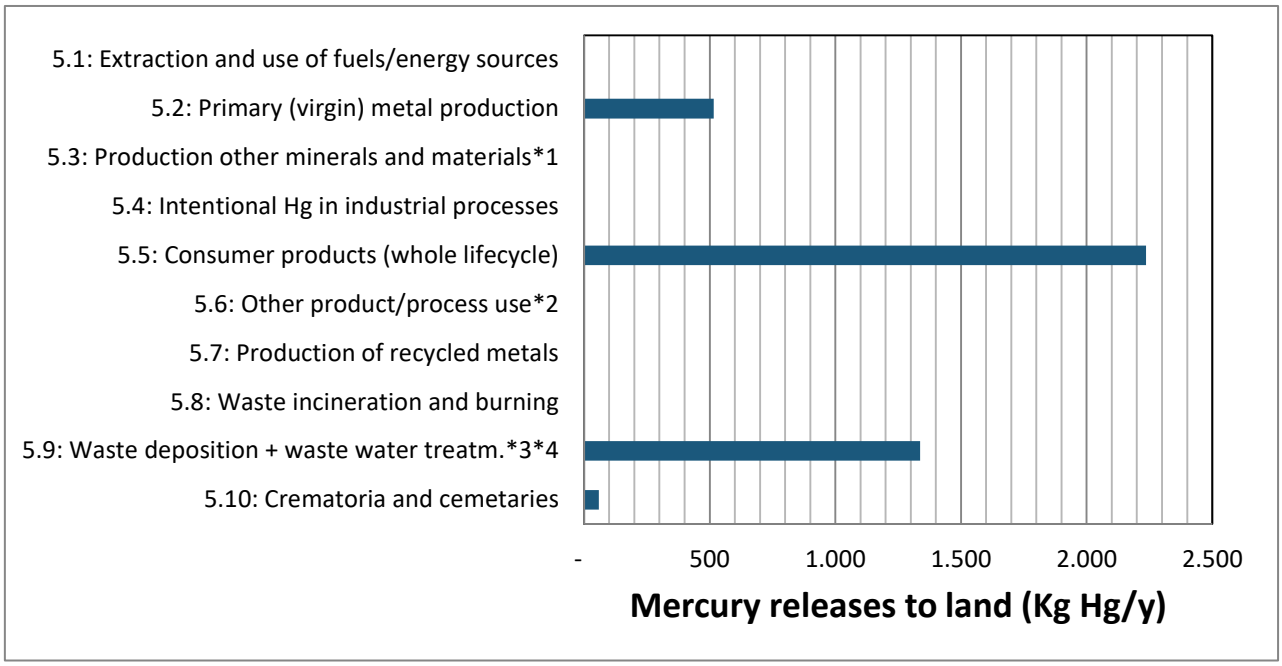
No	Localidad	Departamento	Población Servida	Cobertura %
1	Tela	Atlantida	5,306	16.7
2	La Ceiba	Atlantida	5,000	3.1
3	La Ceiba	Atlantida	15,000	9.4
4	La Ceiba	Atlantida	37,024	23.2
5	Pajuiles	Atlantida		
6	Choluteca	Choluteca	38,068	44.0
7	Choluteca	Nueva Morolica	5,391	
8	Choluteca	Limon de la Cerca		
9	Choluteca	San Marcos de C	5,087	
10	Choluteca	Chol.(Apacilagua)	2,000	
11	Choluteca	Chol.(Orocuina)	1,900	
12	Choluteca	Choluteca (L4)	86,000	
13	Choluteca	Choluteca (El Ede	9,000	
14	Choluteca	Choluteca (Sagrad	2,000	
15	Choluteca	Choluteca (Emp. Deli)		
16	Choluteca	Choluteca (Emp. Sta Elena)		
17	Choluteca	Choluteca (Emp. Litoral)		
18	Choluteca	Choluteca (Az. Choluteca)		
19	Choluteca	Marcovia	2,000	
20	Choluteca	El Corpus	420	
21	Sonaguera	Colón	5,000	34.3
22	Tocoa	Colón	1,229	3.0
23	Tocoa	Colón	5,000	12.2
24	San Luis	Comayagua		
25	Comayagua	Comayagua		
26	Taulabe	Comayagua	3,186	60.8
27	Villa San Antonio	Comayagua	1,200	20.1
28	Ojo de Agua	Comayagua		
29	Corquin	Copán	3,600	71.0
30	Copan Ruinas	Copán	3,500	48.9
31	La Entrada	Copán	1,000	5.0
32	La Entrada	Copán	2,984	15.0
33	Dulce Nombre	Copan	3,370	

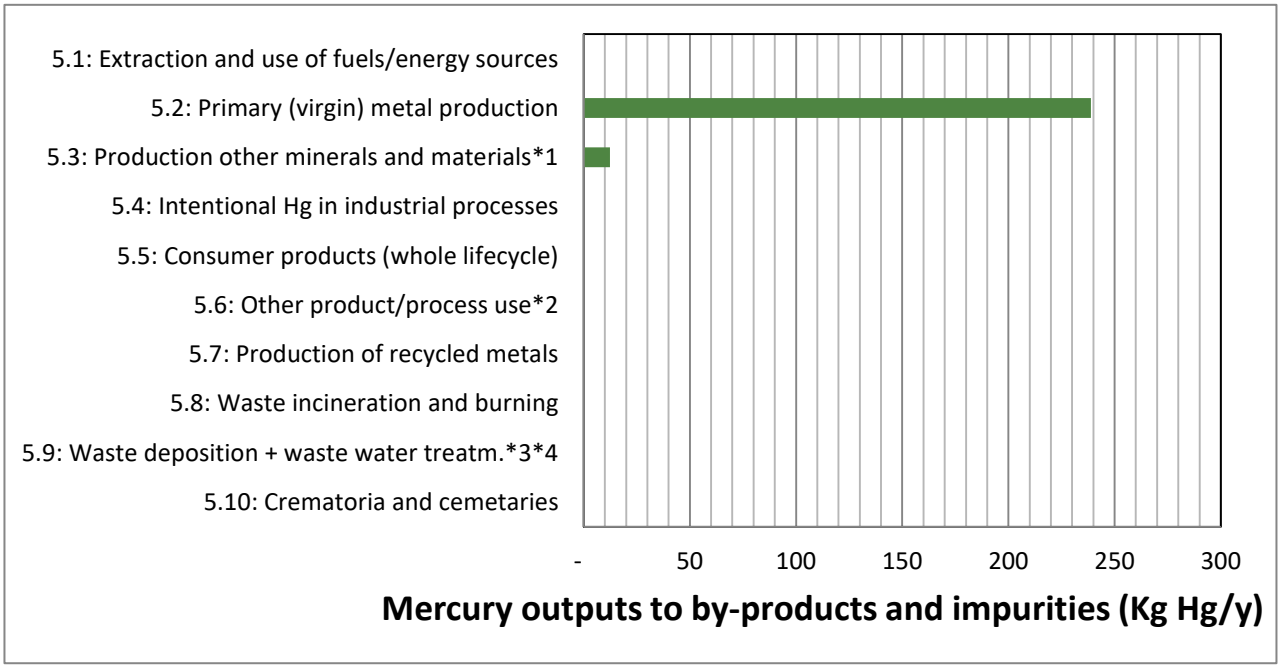
34	Santa Rosa de Copán	Copán		0.0
35	San Nicolas	Copan		
36	Cañaberal	Cortés	900	71.9
37	S.P.S./ Fesitranh	Cortes	10,000	
38	San Francisco de Yojoa	Cortés		
39	Santa Cruz de Yojoa	Cortés	3,177	22.9
40	Villanueva	Cortés	12,809	28.0
41	La Lima	Cortés	44,532	73.1
42	Puerto Cortes	Cortés	36,312	57.9
43	Choloma	Cortés	63,201	32.9
44	Playas Marias, Santa Cruz de Yojoa	Cortes	348	
45	Teupasenti	El Paraíso	8,250	
46	Pajuiles	El Paraíso	1,400	82.9
47	Morocelí	El Paraíso	705	21.1
48	El Paraíso	El Paraíso	12,313	56.4
49	Danlí	El Paraíso	10,000	17.5
50	Trojes	El Paraíso	4,800	
51	El Zamorano	Francisco Morazán	800	58.3
52	El Porvenir	Francisco Morazán		
53	Sabanagrande	Francisco Morazán	1,500	58.2
54	Valle de Angeles	Francisco Morazán	4,128	
55	Col. El Manantial, Santa Ana	Francisco Morazán	3,150	
56	Ciudad España(1360 famil)	Francisco Morazán	6,800	
57	San Juana de Flores	Francisco Morazán	4,800	
58	Divina Providencia	Francisco Morazán		
59	Villa España	Francisco Morazán		
60	Col Los Pinos,Zambrano	Francisco Morazán		
61	Col Kasandra, D.C.	Francisco Morazán	7,800	
62	Col. Terrasol	Francisco Morazán		
63	Cedros	Francisco Morazán	2,100	
64	Marale	Francisco Morazán	1,796	
65	Maraita	Francisco Morazán	660	
66	Guaimaca	Francisco Morazán	2,273	16.0

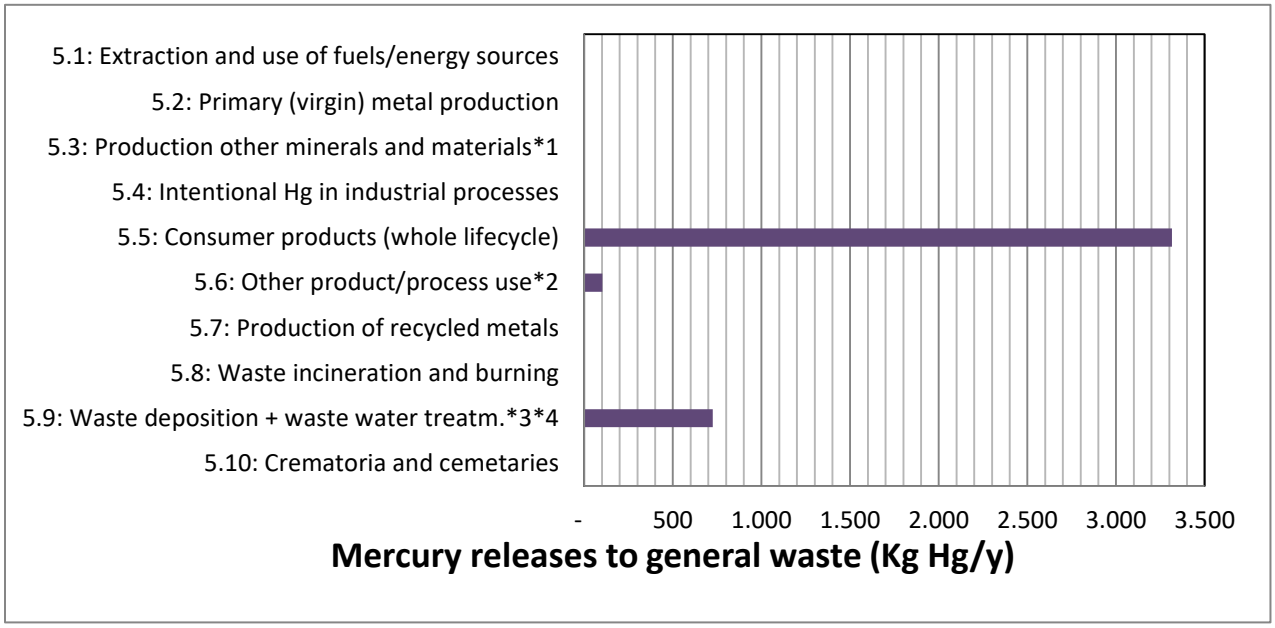
ANEXO 7: RESULTADOS DE LAS GRÁFICAS EN INGLÉS DEL INSTRUMENTAL TOOLKIT N2

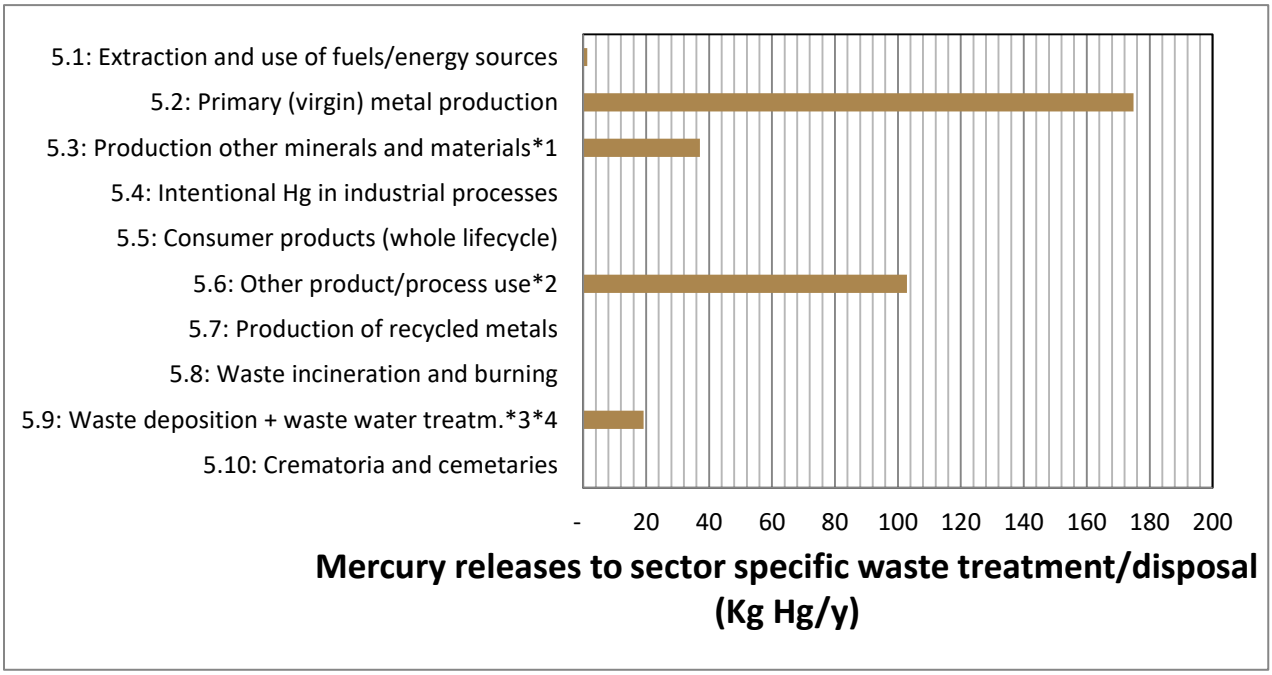





5.1: Extraction and use of fuels/energy sources
5.2: Primary (virgin) metal production
5.3: Production other minerals and materials*1
5.4: Intentional Hg in industrial processes
5.5: Consumer products (whole lifecycle)
5.6: Other product/process use*2
5.7: Production of recycled metals
5.8: Waste incineration and burning
5.9: Waste deposition + waste water treatm.*3*4
5.10: Crematoria and cemetaries
-
500
1.000
1.500
2.000
2.500
Mercury releases to land (Kg Hg/y)


5.1: Extraction and use of fuels/energy sources
5.2: Primary (virgin) metal production
5.3: Production other minerals and materials*1
5.4: Intentional Hg in industrial processes
5.5: Consumer products (whole lifecycle)
5.6: Other product/process use*2
5.7: Production of recycled metals
5.8: Waste incineration and burning
5.9: Waste deposition + waste water treatm.*3*4
5.10: Crematoria and cemetaries
-
50
100
150
200
250
300
Mercury outputs to by-products and impurities (Kg Hg/y)





*1 Includes production of cement, pulp and paper, lime and light weight aggregates.

*2 Includes dental amalgam fillings, manometers and guages, lab chemicals and equipment, Hg use in religious rituals and folklore medicine, and miscellanous product uses.

*3: The estimated quantities include mercury in products which has also been accounted for under each product category. To avoid double counting, the release to land from informal dumping of general waste has been subtracted automatically in the data used in this chart.

*4: The estimated input and release to water include mercury amounts which have also been accounted for under each source category. To avoid double counting, release to water from waste water system/treatment have been subtracted automatically in the data used in this chart.