



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA Y
BIOTECNOLOGIA

ELEMENTOS BASE PARA LA GESTION AMBIENTAL DEL
MERCURIO EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL
QUIMICO

CLAUDIA ANDREA JARA RAMIREZ

PROFESOR GUIA:
Sra. LILIAN VEAS ACUÑA

MIEMBROS DE LA COMISION:
Sr. ALBERT LEANDRO HERRERA ZEPPELIN
Sr. JACQUES WIERTZ

SANTIAGO DE CHILE
ABRIL 2007

Dedicatoria

Este trabajo va pa' mi,
por mi aguante y continua búsqueda...

Agradecimientos

Imposible mencionar a todas las personas/personajes a quienes agradecer. Sobre todo porque siguen apareciendo/desapareciendo y, aunque esta memoria ya haya sido escrita, quienes la lean conocerán un pedazo de mi historia tangible, pero pueden jugar a inventar lo que sigue...

Agradezco enormemente a quienes hicieron posible la realización de este trabajo: querida Lili, ángel de CONAMA, gracias por esta linda oportunidad y la venidera, gracias por abrirme una ventana del tamaño de puerta y mostrarme tu camino confiando en lo desconocido; Sra. Elba, ángel del MINSAL, gracias por mostrarme que la luz no se agota y prestarme todo su apoyo en este proyecto tan motivante para ambas; Dra. Olaya, del Depto. de Salud Bucal del MINSAL, gracias por su buena disposición y apoyo; Elizabeth de CONAMA III, gracias por enseñarme la fuerza de una madre; Pedro de CONAMA IV, gracias por mostrarme los resultados de una niñez campesina; profesor Jacques, gracias por sus libros y su compromiso con este trabajo; profesor Leandro, gracias por sus correcciones tempranas que encausaron mi trabajo...

Agradecimientos especiales a quienes me acompañaron durante este “crecedor” período: a mi querida *Sonia* por abrirme sus puertas y dejarlas abiertas; a todo el personal de la biblioteca central y compañeros de trabajo sabatino, por acogerme durante más de 5 años y formar parte de uno de mis “mundos paralelos”; al profesor Nicolás Beltrán del Depto. de Ingeniería Eléctrica por todo su apoyo y alegría contagiosa durante mi trabajo en “los vinos”; al personal de aseo (a las Marías) y guardias de la facultad por su diaria y acogedora sonrisa; a mis familiares/familia, tíos(as), primitos(as) y, por supuesto, a todos aquellos amigos que alguna vez estuvieron, están y, muy especialmente, a los que volvieron...gracias *Lula, Chelito, Maggie, Claudia, Sole, Isa, Iris, Manolito, Bblyn, C. Gloria, Pepa, Tati, Issis, Carola, Pame, Pedro, Dani, Katy, Marce, Ale, Gaby*, sigue y sigue...

Dejo al final a mi familia porque al final, son los que siempre están...

Por soportar lo insoportable, y por estar cuando lo quería y cuando no.

Extraños seres, de actitud aparentemente distante e indiferente, les debo gran parte de lo que soy y les agradezco su enorme paciencia e incondicional apoyo que largo años me costó entender. Amados padres han hecho más de lo que estaba a su alcance, amados hermanos a nuestra manera... Por último, gracias Yaya por acompañarme en mi camino de conocimiento y crecimiento espiritual.

Gracias a “*TODOS*” y a “*TODOS*” por ser partícipes de esta...

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	7
I. Introducción	8
I.1 Justificación del trabajo	8
I.2 Descripción del trabajo de título	9
I.3 Objetivos del trabajo de título	10
I.4 Fuentes de información	10
I.5 Ámbito de aplicación y alcances	11
II. Antecedentes generales.....	13
II.1 Panorama internacional	13
II.2 Panorama nacional.....	14
II.3 Química del mercurio	15
II.4 Ciclo global del mercurio	17
II.5 Especiación del mercurio en diversos escenarios.....	20
II.5.1 Mercurio en la atmósfera.....	21
II.5.2 Mercurio en ambientes acuáticos	22
II.5.3 Mercurio en ambiente terrestre.....	23
III. Toxicología del mercurio	24
III.1 Efectos en la salud humana	24
III.2 Efectos en el medio ambiente.....	25
III.3 Niveles de exposición riesgosos.....	25
IV. Fuentes del mercurio en Chile.....	27
IV.1 Fuentes naturales de mercurio en Chile.....	27
IV.1.1 Superficie terrestre en Chile	28
IV.1.2 Superficie acuática en Chile	31
IV.1.3 Incendios forestales en Chile.....	34
IV.2 Fuentes antropogénicas de mercurio en Chile.....	34
IV.2.1 Procesos que liberan mercurio.....	35
IV.2.2 Usos del mercurio en Chile	42
IV.2.3 Productos que contienen mercurio	52
IV.2.4 Disposición de residuos con contenido de mercurio	57

V. Normativa aplicable	60
V.1 Iniciativas Internacionales	60
V.1.1 Acuerdos e Instrumentos	61
V.1.2 Programas e Iniciativas Mundiales y Voluntarias	62
V.1.3 Normativa de la Unión Europea	62
V.1.4 Normativa en Canadá, Estados Unidos y México	63
V.2 Normativa en Chile.....	64
VI. Consideraciones para el Manejo Ambiental del Hg.....	66
VI.1 Sustitución del mercurio.....	66
VI.2 Gestión de desechos con mercurio	66
VI.3 Buenas prácticas del uso de mercurio en Chile.....	67
VI.3.1 Manejo del mercurio en la pequeña minería	67
VI.3.2 Manejo de derrames de mercurio en servicios hospitalarios.....	68
VI.3.3 Manejo de residuos en la industria química	69
VI.4 Recursos para un buen manejo ambiental del mercurio en Chile.....	69
VII. Conclusiones.....	71
VIII. Recomendaciones.....	74
IX. Referencias	75
X. Glosario, siglas y abreviaturas	79
ANEXO A. Balances y Flujos Preindustriales y Actuales del Mercurio.....	84
ANEXO B.	
Criterios Nacionales para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental	85
ANEXO C. Aplicaciones del Mercurio	90
ANEXO D. Tecnología en la Industria Cloro-Soda	92
ANEXO E. Faenas mineras del Oro con uso de amalgamación.....	93
ANEXO F. Encuesta “Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos”	96
ANEXO G.	
Análisis Estadístico Sobre el Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos, 2005	98
ANEXO H. Clasificación de productos importados conteniendo Hg.....	102
ANEXO J. Importaciones y Exportaciones de Mercurio, 1997- 2006”	104
ANEXO K.	
Importaciones y Exportaciones de Productos conteniendo Mercurio, 1997- 2006”	106
ANEXO L.	
Encuesta Sobre Uso de Instrumentos que Contienen Mercurio en los Servicios de Salud	111

ANEXO M.

Análisis Estadístico Sobre el Uso de Instrumentos con Mercurio en los Servicios de Salud,
2005 113

ANEXO N. Catastro Depósitos de Residuos Mineros, III y IV Regiones..... 118

ANEXO O. Normativa Aplicable..... 124

ANEXO P. Consideraciones para el Manejo Ambiental del Mercurio en Chile..... 139

ANEXO Q. Manejo de Derrames de Mercurio en Sector Salud, Chile..... 145

“ELEMENTOS BASE PARA LA GESTION AMBIENTAL DEL MERCURIO EN CHILE”

El presente trabajo corresponde al informe final del estudio denominado “Elementos Base para la Gestión Ambiental del Mercurio en Chile”. El objetivo principal de este estudio es la identificación de las fuentes naturales y antropogénicas del mercurio en Chile. Adicionalmente, y con el fin de fortalecer este trabajo, se incorporó una revisión de la normativa aplicable al mercurio tanto en Chile, como en la Unión Europea y América del Norte (Acuerdo de Cooperación Ambiental entre Canadá, México y Estados Unidos) así como de las alternativas y consideraciones para el manejo ambiental del mercurio.

La metodología empleada consistió en el levantamiento de información internacional y nacional de todas las posibles fuentes de liberaciones de mercurio. En el caso de las fuentes de origen antropogénico, se estudiaron de acuerdo a los procesos, productos y usos o aplicaciones que recibe el mercurio en el país, además de efectuar una revisión a la disposición de los desechos que lo contienen. Junto con esto, se realizaron visitas en terreno a la III y IV Regiones con el fin de conocer la situación del sector minero y sus implicancias en el estudio y, se trabajó en conjunto con el Ministerio de Salud en la ejecución y estudio de las encuestas realizadas para conocer la situación de los establecimientos de salud y atención odontológica sobre el uso de instrumental, aparatos y manejo de amalgamas con mercurio a lo largo de todo el país.

La recopilación y análisis de la información obtenida respecto a los usos del mercurio y de los productos y procesos que lo utilizan, muestra un manejo que no integra a todas las fases del ciclo de vida de éste. Particularmente, la pequeña minería que es el sector con mayor consumo de mercurio a través de la recuperación de oro por amalgamación de los metales, presenta un manejo inapropiado del mercurio desde su obtención, manipulación, hasta su disposición en los depósitos de mineral descartado.

Finalmente, se concluye que este trabajo entregará una herramienta de información base para la ejecución e implementación del “Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile”, que la Comisión Nacional del Medio Ambiente desarrollará durante el presente año.

I. Introducción

I.1 Justificación del trabajo

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. Además, el mercurio disminuye la actividad microbiológica en los suelos que lo contienen y es una sustancia persistente que, en contacto con el ambiente, puede transformarse en metilmercurio constituyendo su forma más tóxica.

La contaminación por mercurio, en un comienzo considerada como un problema de gravedad local, actualmente es percibida como un problema de preocupación mundial.

Si bien, la agenda ambiental de nuestro país se sustenta sobre el concepto de “*Desarrollo Sostenible*”, vinculando fuertemente el crecimiento económico, la equidad social y la protección del medio ambiente, la situación actual es extremadamente precaria en relación a la información y estudios disponibles para la gestión ambiental del elemento mercurio. Por ejemplo, en el caso de la gestión del mercurio en cursos de agua, la existencia de normativa técnica relativa a descarga de RILes directamente a cursos y masas de aguas no es suficiente para controlar los diversos tipos de emisiones del elemento mercurio en todas sus formas.

Los diversos acuerdos comerciales como los alcanzados con EEUU, Unión Europea y Canadá han incorporado la preocupación ambiental como una de las materias claves para el desarrollo comercial de nuestro país. En el marco del “*Taller Regional para Fomentar la Sensibilización sobre la Contaminación Causada por el Mercurio*”, realizado en Buenos Aires, Argentina, en Septiembre de 2004 y organizado por la División Químicos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con participación de: Argentina, Perú, Brasil, Venezuela, Cuba, Ecuador, Colombia, Costa Rica, Uruguay, México, Nicaragua, Honduras y Chile; se concluyó que los países debían establecer una serie de tareas para una gestión racional del elemento mercurio. En particular, nuestro país determinó que era necesario realizar un diagnóstico de la situación nacional del mercurio, incluyendo tanto inventario de fuentes de liberaciones, como de sitios contaminados por mercurio en todo el territorio nacional.

De acuerdo a lo anterior, el trabajo a realizar pretende generar la información necesaria para dar inicio al proyecto “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*”, que determinará la magnitud del problema y entregará las directrices necesarias para su gestión en el país. Este Programa se llevará a cabo durante el año 2007, bajo el marco de apoyo a las actividades nacionales destinadas a adoptar medidas relativas a la contaminación causada por el mercurio, por parte del “*Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*” (PNUMA). Dicho proyecto que estará enmarcado, a nivel internacional, en el “*Programa sobre el Mercurio*” del PNUMA y, a nivel nacional, en la Agenda Ambiental de Gobierno 2006-2010, que tiene por organismo cooperador a la “*Comisión Nacional del Medio Ambiente*” (CONAMA) y cuenta con el apoyo de organizaciones del sector público como la “*Comisión Nacional del Medio Ambiente*” de regiones, “*Ministerio de Salud*”, “*Ministerio de Minería*”, “*Aduana*”, “*Dirección del Trabajo*”, “*Comisión Chilena del Cobre*”, “*Servicio de Pesca*” y Universidades. Además, se contará con el apoyo de organizaciones del sector privado como la “*Asociación Gremial de Industriales Químicos de Chile*” (ASIQUM A.G.), “*Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas*” (AFIPA) y ONGs como “*RAP-AL*” y “*Greenpeace*”.

I.2 Descripción del trabajo de título

El presente informe entrega el estado de arte del Mercurio en Chile. 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. Asimismo, este trabajo permitirá que nuestro 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, con el “Programa Mundial de Mercurio” que actualmente está promoviendo el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

I.3 Objetivos del trabajo de título

Objetivo general

Diseñar y elaborar una herramienta de información que sirva de base para la gestión ambiental del mercurio en Chile.

Objetivos específicos

- Identificar las principales fuentes de liberación de mercurio en Chile (naturales y antropogénicas) incluyendo usos, procesos y productos que lo utilizan.
- Revisar, comparar y discutir la normativa chilena aplicable v/s las normativas de la Unión Europea y ACCAN (Acuerdo de Cooperación Ambiental para América del Norte entre EEUU, Canadá y México).
- Dar a conocer alternativas y/o sustitutos para productos y procesos con mercurio, y consideraciones para su buen manejo ambiental.

I.4 Fuentes de información

Además de las referencias bibliográficas consultadas con el fin de realizar un análisis fiable de los estudios previos, respecto a las fuentes de liberaciones de mercurio a nivel mundial, la información de carácter nacional recopilada se obtuvo de agentes pertinentes a los diversos sectores involucrados.

La problemática del uso de mercurio en el sector salud fue abordada a partir de la realización de encuestas con la finalidad de conocer y dimensionar la situación actual sobre el uso de mercurio en la preparación de amalgamas dentales y de productos que lo contengan. Para ello, se contó con la participación del “*Departamento de Salud Bucal*” y el de la “*Unidad de Salud Ocupacional*” del Ministerio de Salud del país.

El uso del mercurio en la pequeña minería aurífera fue estudiado in situ con visitas guiadas por personal especializado, gracias a la gestión integrada de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y CONAMAs III, IV regiones.

El flujo de mercurio y de los productos que lo contienen desde y hacia el país, fue investigado a través de las estadísticas de comercio exterior otorgadas por el “*Centro de Información*” de la agencia PROCHILE dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores, en conjunto con el estudio de la legislación y normativa aduanera del “*Servicio Nacional de Aduanas*” del país.

La disposición y posibles sitios contaminados con mercurio se estudió a partir del seguimiento de las principales fuentes de éste.

I.5 Ámbito de aplicación y alcances

Los diversos acuerdos y tratados suscritos por Chile, enmarcados en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente, han impulsado una serie de proyectos que posibilitan el acceso a datos e información ambiental de manera actualizada. Un ejemplo reciente es el “*Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*” (RETC) que comenzó su implementación en el año 2002. Este registro entregará sus primeros resultados visibles el año 2007, y permitirá contar con información periódica y actualizada de los flujos de una gran cantidad de sustancias químicas, familias de sustancias, residuos y parámetros contaminantes o potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente.

En este sentido, los elementos básicos del RETC incluyen un listado de sustancias químicas específicas; la identificación del establecimiento o fuente del contaminante; y datos que describen la naturaleza y cantidad de las sustancias químicas emitidas o transferencias. El mercurio forma parte de las sustancias químicas cuyas emisiones serán registradas por el sistema siendo una importante fuente de información para ello, la recopilación de información alcanzada en el presente trabajo y el posterior desarrollo del “*Programa Nacional de Gestión de Mercurio en Chile*” que constituye la principal aplicación de éste.

En tanto, la existencia del “*Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos*” Peligrosos (D.S.148, publicado en Diario Oficial 16 Junio de 2004) que establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos, considera al mercurio como uno de estos, con una concentración máxima permisible CMPC de 0,2[mg/l] en su disposición final en el suelo. Por ello, empresas y servicios públicos que utilicen mercurio se verán obligados a contar con un

plan de manejo de sus residuos constituyendo una importante aplicación de este trabajo la información aquí recopilada.

Por lo tanto, el presente trabajo será de útil aplicación dentro de la política ambiental de Chile que se ha caracterizado por abordar decididamente los desafíos globales existentes en esta materia, insertándose en el contexto internacional que hoy en día presta gran importancia al problema del mercurio con miras a la buena gestión de las sustancias químicas en relación con la salud humana y el medio ambiente.

Por otra parte, el estudio realizado en el Sector Salud del país respecto al uso de instrumental y equipos conteniendo mercurio y de éste como insumo en la preparación de amalgamas dentales, tendrá repercusiones en el reforzamiento de información para su manejo adecuado y en la dictación de medidas de prevención y transferencia tecnológica del sector.

Respecto a los alcances del trabajo, como el título lo indica, se generarán las bases de información para una gestión ambiental del mercurio en Chile, sin constituir un análisis científico del elemento, ni de sus repercusiones en la salud humana y medio ambiente. Más bien, el trabajo consiste en recopilar y analizar la información nacional e internacional relacionada con la existencia, los efectos en la salud y el medio ambiente de este contaminante. Así como de los instrumentos normativos o de gestión aplicables en estos momentos.

El trabajo establece principalmente un análisis fiable de estudios previos que se complementen con la información de carácter nacional recopilada.

II. Antecedentes generales

II.1 Panorama internacional

En Diciembre de 2002 fue publicada la “*Evaluación Mundial sobre el Mercurio*” desarrollada dentro del marco del programa “*Interorganismos para la Gestión Racional de las Sustancias Químicas*” (IOMC) establecido en 1995 por el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA), *Organización Internacional del Trabajo* (OIT), *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación* (FAO), *Organización Mundial de la Salud* (OMS), *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial* (ONUDI) y *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (OCDE). Dicho informe contribuyó a aumentar la conciencia y la comprensión entre los encargados de adoptar decisiones relacionadas con el mercurio y sus compuestos. Se abordaron temas tales como las fuentes principales, las pautas de uso, los efectos en la salud humana y el medio ambiente, entre otros.

Existen numerosas medidas que han logrado reducir los usos y liberaciones de mercurio en Europa y América del Norte. Sin embargo, los inventarios de emisiones en dichas zonas son aún incompletos y algunas liberaciones todavía alcanzan niveles significativos. Por ello, el Consejo de Administración del PNUMA en su decisión 22/4 V^[1] instó a que se tomen medidas en los planos nacional, regional y mundial, tanto de carácter inmediato, como de largo plazo y solicita a todos los países a que fijen objetivos y adopten medidas a nivel nacional.

El Consejo de administración del PNUMA en su 22º período de sesiones, celebrado en el año 2003, concluyó que existían pruebas suficientes de efectos nocivos importantes a nivel mundial provocados por el mercurio, justificando la adopción de medidas a nivel internacional. En consecuencia, se estableció un “*Programa sobre el Mercurio*” en la Subdivisión de Productos Químicos del PNUMA mediante el cual se facilita y presta asistencia técnica en apoyo a las actividades nacionales orientadas a adoptar medidas para la contaminación causada por el mercurio.

En su 23° período de sesiones, celebrado el 2005, el Consejo de Administración del PNUMA encargó al Director Ejecutivo que instase a los gobiernos, organizaciones intergubernamentales, organizaciones no gubernamentales y sector privado a crear y establecer asociaciones de manera transparente y responsable, con el fin de reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente procedentes de la liberación del mercurio y sus componentes.

A futuro, se espera que el Consejo de Administración, en su 24° período de sesiones, examine los progresos realizados y evalúe la necesidad de adoptar medidas adicionales respecto del mercurio.

II.2 Panorama nacional

En la actualidad, las autoridades ambientales chilenas comienzan a sensibilizarse 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, pero sin tener un conocimiento de la situación nacional, particularmente, respecto a los usos, consumos y sitios contaminados con mercurio en el país.

El ámbito con mayor conocimiento respecto al problema de contaminación por uso de mercurio en Chile, es en el sector minero. El “*Servicio Nacional de Geología*” del Ministerio de Minería implementó el “*Programa de Manejo Integral de la Variable Ambiental de la Pequeña Minería*” y el “*Programa de Asistencia y Modernización de la Minería Artesanal*” (PAMMA) cuyo objetivo principal es generar conciencia sobre los impactos ambientales negativos asociados a las prácticas y operaciones mineras. Para ello, se realizaron capacitaciones tanto a trabajadores como a la ciudadanía pertinente y se difundió el uso de prácticas ambientales adecuadas para el manejo del mercurio utilizado mayormente en la pequeña minería del oro.

Un ejemplo de adopción de medidas que indirectamente son aplicables al caso del mercurio, es la aprobación del “*Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos*” por parte del Ministerio de Salud, el 16 de Junio de 2004, publicado en el Diario Oficial “Decreto Supremo N°148”. El mercurio se encuentra dentro de este reglamento como un residuo peligroso. Sin embargo, no se ha efectuado ningún tipo de normativa de calidad que aborde directamente al mercurio, por ejemplo en sus emisiones.

Luego, es necesario abordar el problema del mercurio de forma directa y coordinada en todos los ámbitos de aplicación con el fin de definir y llevar a cabo el “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*” mencionado anteriormente en el ítem I.1.

II.3 Química del mercurio

El mercurio es un metal pesado persistente que se encuentra en forma natural en el ambiente, siendo un elemento constitutivo de la tierra (al igual que el plomo, cadmio y todos los metales). Su concentración promedio en la corteza terrestre es de 0,02 [$\mu\text{g/g}$], el aire contiene un rango de 0,005-0,06[ng/m^3], el agua dulce 0,1y la de mar 0,03[$\mu\text{g/L}$]^[2]. Como tal, el elemento mercurio no puede descomponerse en sustancias menos tóxicas en el medio ambiente.

El mercurio posee variadas formas químicas y, en su estado elemental a temperatura ambiente, es un líquido inodoro de color blanco-plateado brillante que al calentarlo se transforma en un gas igualmente inodoro, pero incoloro. Es ligeramente volátil a temperatura ambiente, pero ante un aumento de la temperatura, mayor es la cantidad de vapores que emanan del mercurio metálico líquido^[1]. Sometido a una presión de 7.640 atmósferas (5.800.000 mm Hg) el mercurio se transforma en sólido a temperatura ambiente, por ello, se eligió esta presión como medida tipo para presiones extremadamente altas^[2].

El mercurio se combina con todos los metales comunes, excepto hierro y platino, formando aleaciones llamadas amalgamas. Puede formar compuestos monovalentes y divalentes (Hg(I) y Hg(II) o Hg^{2+} respectivamente). La combinación de mercurio con otros elementos, por ejemplo cloro, azufre u oxígeno forma compuestos de mercurio inorgánico o "sales," las que son generalmente polvos o cristales blancos.

El mercurio también se combina con carbono para formar compuestos de mercurio orgánicos. El más común, el metilmercurio, es producido principalmente por organismos microscópicos en el suelo y en el agua. Mientras mayor es la cantidad de mercurio en el medio ambiente, mayor es la cantidad de metilmercurio que estos organismos producen.

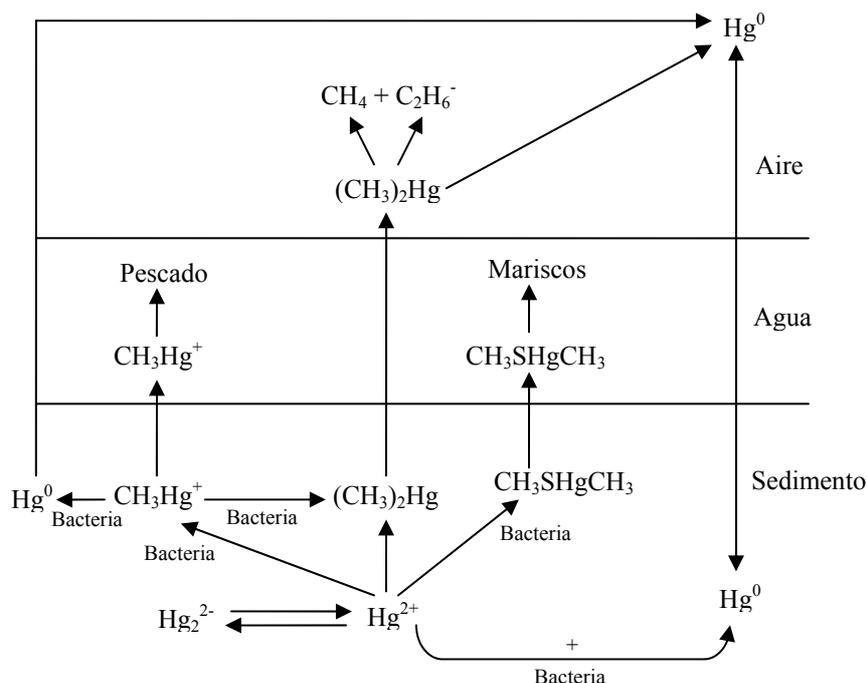
Los compuestos de mercurio en una solución acuosa son químicamente complejos. Dependiendo del pH, alcalinidad, redox (reducción-oxidación), y otras variables, es posible que se formen una gran variedad de especies químicas, cada una de las cuales posee diferentes cargas eléctricas y solubilidades. A continuación, el cuadro II.1 resume las principales propiedades tanto del mercurio como de sus compuestos más comunes:

Cuadro II.1 “Algunas propiedades del mercurio y sus compuestos”

Propiedad	Mercurio elemental	Cloruro mercurioso	Cloruro mercúrico	Cloruro de metilmercurio
Fórmula empírica	Hg	Hg ₂ Cl ₂	HgCl ₂	CH ₃ HgCl
Peso molecular	200,59	472,09	271,52	251,09
Clorina, %	0	15,02	26,12	14,12
Mercurio, %	100	84,98	73,88	79,89
Pto. de fusión, °C	-38,87	sublime a 400-500	277	170
Densidad	13,534	7,15	5,4	4,063
Solubilidad, mg/L (ppm)				
En agua	0,056	2,0	74,070	10,16
En benceno	2,387	insoluble	5000	6535

Fte: Ronald Eisler.^[7]

De acuerdo a lo anterior, el mercurio está presente en el medio ambiente de diversas formas y la transformación de una forma a otra puede ocurrir tanto en sedimento, agua y aire siendo catalizada por variados sistemas biológicos. Por ejemplo, el mercurio presente en la atmósfera y que regresa a la tierra en forma de agua lluvia, a menudo es dirigido por los cursos de agua hacia lagos y océanos. Microorganismos presentes convierten el mercurio elemental en metilmercurio, CH₃Hg⁺ (MeHg) a través del proceso conocido como metilación y de esta manera puede ascender a través de la cadena acuática alimenticia. De forma alternativa, el metilmercurio puede dividirse con ayuda de una bacteria como se muestra en la siguiente figura:



Fte: Adaptación de NRC, An Assessment of Mercury in the Environment, 1998
 En Environmental Toxicology, Biological and Health Effects of Pollutants^[8]

Figura II.1 “El Ciclo del Mercurio, mostrando bioacumulación de mercurio en pescados y mariscos”

II.4 Ciclo global del mercurio

Los conocimientos acerca del ciclo biogeoquímico del mercurio a nivel mundial (origen, curso y depósito) se han incrementado considerablemente en los últimos años. El ciclo medioambiental del mercurio posee cuatro escenarios interconectados: atmósfera, tierra, medio acuático y biota. La sección atmosférica es dominada por la presencia de gas mercurio elemental (Hg^0), mientras que el mercurio divalente, $\text{Hg}(\text{II})$ o Hg^{2+} , domina el flujo entre el medio acuático y la tierra. La sección terrestre es dominada por el $\text{Hg}(\text{II})$ el cual es absorbido por la materia orgánica de los suelos. El medio acuático cuenta con gran presencia de $\text{Hg}(\text{II})$ -pares ligando en agua y $\text{Hg}(\text{II})$ en sedimentos. Por último, la biota es dominada por metilmercurio.

El ciclo global de mercurio puede ser visto como un proceso de intercambio de dos vías en que la fuente emite mercurio a la atmósfera en forma de mercurio elemental (Hg^0) en fase gaseosa y otras especies de $\text{Hg}(\text{II})$ mientras que la atmósfera pierde mercurio vía oxidación de Hg^0 a $\text{Hg}(\text{II})$ y la rápida remoción de gases y partículas de $\text{Hg}(\text{II})$ por deposición húmeda y seca. Este simple modelo permite la comprensión de los siguientes procesos y transporte del mercurio en la atmósfera^[3]:

1. que existen numerosas fuentes de importancia que afectan el ciclo global del mercurio (océanos, combustibles fósiles, y depósitos de incineración municipales y médicos) emitiendo la mayoría de los gases de Hg^0 y, en menor grado, gases y partículas de $\text{Hg}(\text{II})$
2. que los gases y partículas de $\text{Hg}(\text{II})$ estén sujetas a la eliminación local y regional por deposición en seco y húmedo, limita su transporte a largo alcance
3. que el mercurio divalente ($\text{Hg}(\text{II})$) pueda ser rápidamente reducido a mercurio elemental (Hg^0) mediante procesos naturales en ecosistemas tanto terrestres como acuáticos
4. que el mercurio elemental (Hg^0) pueda ser oxidado en la atmósfera a $\text{Hg}(\text{II})$, el cual es eficientemente removido por deposición atmosférica en seco y húmedo.

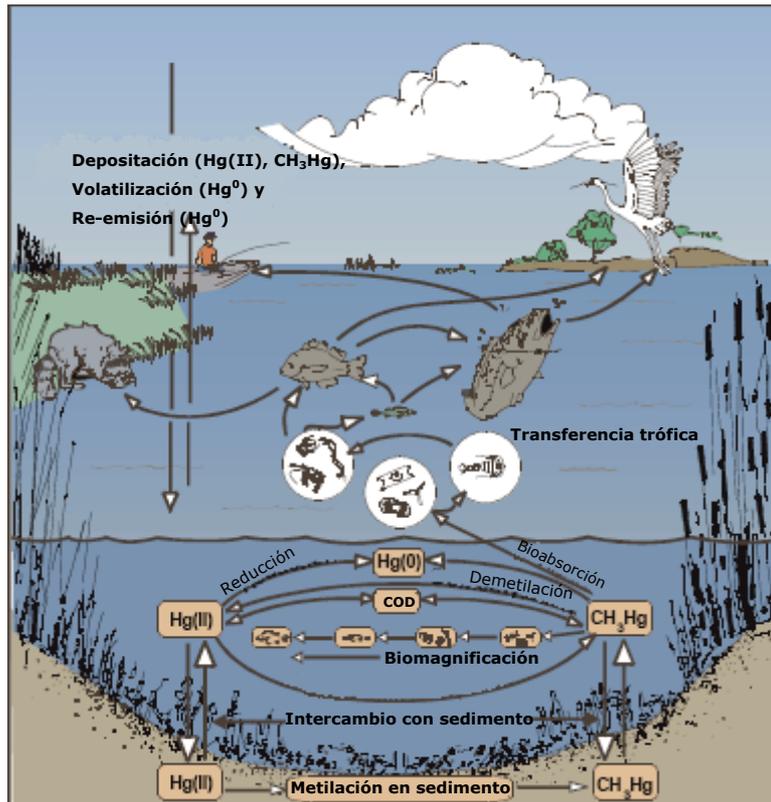
Globalmente, el inventario de mercurio en suelos excede a los atmosféricos y acuáticos. La mayor parte de la masa total estimada (947 [Mmol]), liberada al ambiente durante el siglo pasado, se encuentra depositada en la superficie terrestre, mientras sólo 17 [Mmol], aproximadamente, se encuentran en la atmósfera y 36 [Mmol] en los océanos^[4].

El tiempo de residencia del mercurio en la atmósfera y océanos es considerablemente más corto (alrededor de un año) respecto al tiempo de residencia en suelos. Recientes estudios acerca del comportamiento del mercurio y su ciclo en el medioambiente han establecido la gran influencia de las actividades humanas, particularmente desde la era industrial, en la redistribución de los depósitos de mercurio, la envergadura de la actividad cíclica de estos depósitos, y la importancia del transporte atmosférico al problema de contaminación global^{[4][5]}. Las emisiones antropogénicas han aumentado considerablemente la masa de mercurio que ahora circula entre la superficie terrestre y la atmósfera causando la contaminación de suelos y sedimentos acuáticos. Se estima que dos tercios del mercurio circulante proviene de fuentes antropogénicas, y sólo el tercio restante de emisiones naturales.

Es probable que las estimaciones de la cantidad de emisiones de mercurio asociadas a causas antropogénicas esté subestimada. En Europa, por ejemplo, las estimaciones de emisiones naturales de mercurio durante 1995 estuvieron entre los 250 a 300 ton/año, sólo un poco más bajas que las asociadas a emisiones con origen antropogénico, las cuales fueron estimadas en 342 ton/año^[6]. Además, se debe considerar que las emisiones son sustancialmente más altas en áreas con alto enriquecimiento geológico de mercurio o afectadas por la actividad minera.

Por otra parte, la estimación de las emisiones naturales desde fuentes difusas es altamente compleja, pues el origen de las fuentes -ya sea natural o antropogénica- no se puede distinguir claramente después de que el mercurio ha sido liberado a la atmósfera y ha entrado en el ciclo biogeoquímico global.

La siguiente figura muestra simplificada el ciclo biogeoquímico del mercurio en un sistema acuático representando las vías y procesos que influyen en la exposición de la biota al metilmercurio. El mercurio entra mayormente al ecosistema como Hg(II) inorgánico por depositación atmosférica. El ciclo de mercurio incluye una compleja serie de procesos biogeoquímicos, de los cuales la metilación es el más importante desde el punto de vista ecotoxicológico. El metilmercurio es rápidamente bioacumulado y trasladado por la cadena alimenticia y puede biomagnificarse a altas concentraciones en peces predadores. La exposición de la biota del ecosistema al metilmercurio es altamente influenciada por el balance entre los procesos que producen metilmercurio (dejándolo disponible a la biota acuática) y los procesos que degradan al metilmercurio o disminuyen su biodisponibilidad por bioabsorción.



Fte: Figura adaptada de Mason, R. P., Fitzgerald, W. F., y Morel, F. M. M. [4]

Fig. II.2 “Ciclo biogeoquímico del mercurio en un ecosistema

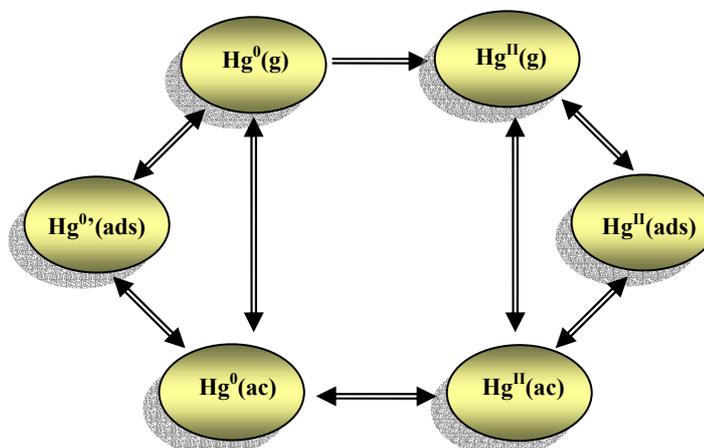
II.5 Especiación del mercurio en diversos escenarios

El mercurio existe en el ambiente en tres estados de oxidación –Hg(0), Hg(I) y Hg(II)- y para las distintas valencias pueden ocurrir muchas formas químicas en las fases sólida, acuosa y gaseosa. La química ambiental del mercurio es muy compleja, pues pequeños cambios en las condiciones químicas, físicas, biológicas e hidrológicas pueden causar cambios sustanciales en la forma física y estado de valencia del compuesto de mercurio.

En el medio ambiente, los receptores de las liberaciones de mercurio son la atmósfera, el agua (medios acuáticos), y los suelos (medios terrestres). A continuación se analiza brevemente el comportamiento de la especiación de mercurio en dichos escenarios, enfocando el análisis a los aspectos ecotoxicológicos como por ejemplo, la formación y abundancia de metilmercurio.

II.5.1 Mercurio en la atmósfera

La química atmosférica del mercurio implica diversas interacciones como reacciones en fase gaseosa; acuosa (gotas de niebla y nubes); y repartición de las especies de mercurio elemental y oxidado entre las fases gaseosa y sólida. La siguiente figura esquematiza la acción recíproca entre los procesos atmosféricos y la química del mercurio:



Fte: Figura adaptada de Pirrone, et al.^[9]

Fig. II.3 “Modelo de las interacciones entre las especies de mercurio en la atmósfera”

En la mayoría de los casos, el mercurio presente en la atmósfera (>95%)^[3] se encuentra como Hg^0 gaseoso elemental, el resto se compone principalmente por partículas iónicas de $\text{Hg}(\text{II})$, mercurio gaseoso divalente (también llamado mercurio gaseoso reactivo), y pequeñas cantidades de metilmercurio. El mercurio gaseoso elemental se transporta en la atmósfera a escala global y reside en ella por un tiempo aproximado de un año. Aumenta su concentración en la atmósfera sobre los océanos del hemisferio norte (~ 3 [ng/m^3], 60° al norte), respecto a la de los océanos del hemisferio sur (~ 1 [ng/m^3], 60° al sur)^[3], marcando la presencia de fuentes de mercurio en el hemisferio norte, debido a su mayor industrialización y densidad de población, respecto al hemisferio sur. Luego de la salida del sol, tanto en las atmósferas Ártica y Antártica, el mercurio elemental gaseoso es reducido a mercurio gaseoso reactivo, el cual aumenta rápidamente su concentración a medida que el mercurio elemental es reducido.

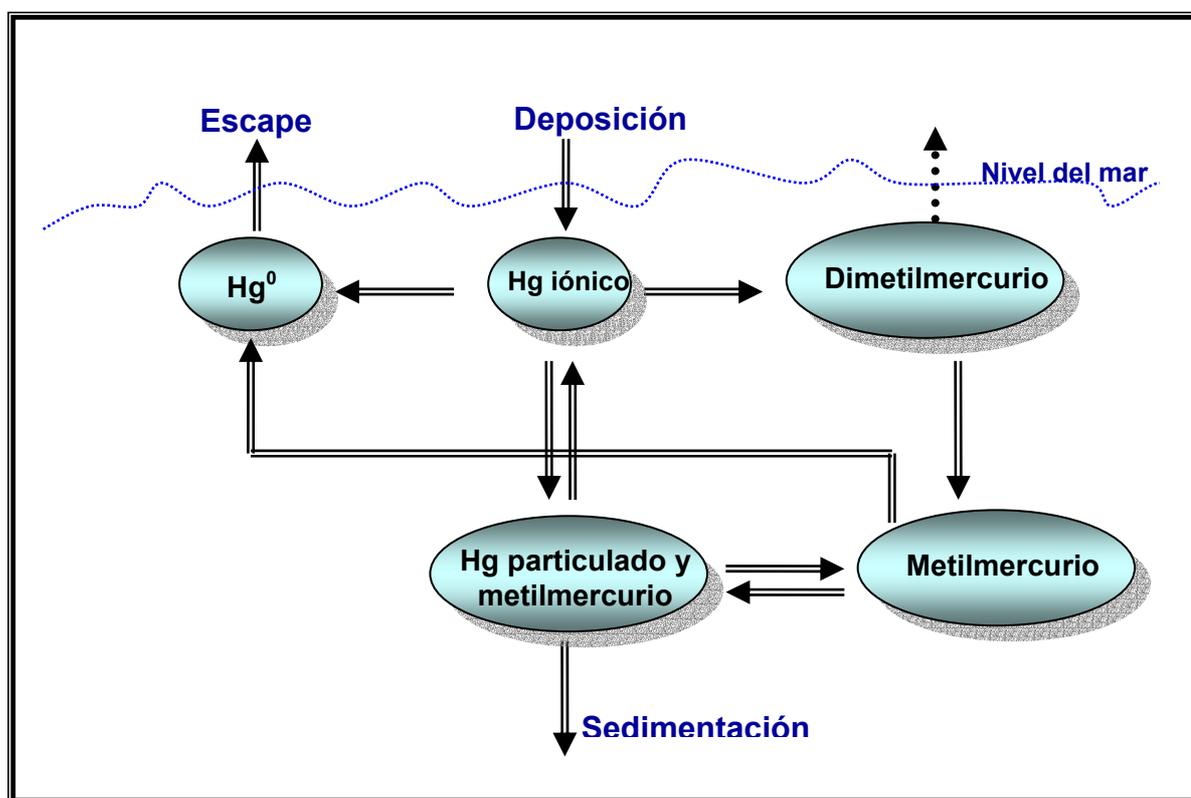
Las partículas iónicas de mercurio y el mercurio gaseoso divalente poseen corto tiempo de residencia y sólo llegan a viajar unas decenas de kilómetros. El mercurio gaseoso divalente o reactivo es removido de la atmósfera por deposición húmeda y seca convirtiéndose en material disponible para su metilación una vez depositado.

II.5.2 Mercurio en ambientes acuáticos

La especiación de mercurio en agua está fuertemente influenciada por sus condiciones químicas, especialmente el potencial redox, pH, y presencia de ligandos (agentes acomplejantes) orgánicos e inorgánicos.

La metilación de mercurio y la posterior exposición de la biota circundante al metilmercurio formado, es mayor en los ambientes acuáticos que en los terrestres. La presencia de metilmercurio en sistemas acuáticos es de gran importancia debido a que es la especie de mercurio que predomina en los peces (90 a 100% según US EPA, 2001a)^[1] constituyendo una fuente importante en la biomagnificación de dicha especie.

La fracción del mercurio total presente como metilmercurio es generalmente más alta en sistemas de agua dulce (la metilación ocurre principalmente en condiciones de baja concentración de oxígeno y la realizan bacterias reductoras de sulfato)^[1] que en sistemas marinos salinos, en estos últimos la abundancia de sulfuro en el agua produce una inhibición de la metilación^[3]. La siguiente figura muestra un diagrama de las principales transformaciones del mercurio en el océano.



Fte: Figura adaptada de Mason y Fitzgerald, 1996)^[10]

Fig. II.4 "Interacciones entre las especies de mercurio en aguas oceánicas"

II.5.3 Mercurio en ambiente terrestre

Generalmente, las condiciones de los suelos son favorables para la formación de compuestos orgánicos e inorgánicos que forman complejos con aniones orgánicos, pues gran parte del mercurio que se encuentra en el suelo está unido a masa de material orgánico y puede ser lixiviado por la escorrentía cuando se encuentra unido tanto a humus como a suelo en suspensión^[1]. Por ello, el mercurio en el suelo terrestre tiene un largo tiempo de residencia y puede ser liberado a las aguas superficiales y otros medios durante largos períodos de tiempos (probablemente cientos de años)^[1].

III. Toxicología del mercurio

La toxicidad y vías de exposición del mercurio varían según su forma química. Por ello, se procederá a analizar brevemente las principales formas en que puede presentarse (especialmente para el caso del metilmercurio, mercurio elemental y compuestos inorgánicos de mercurio) en sus diversos escenarios y sus efectos tanto en la salud humana como en el medio ambiente.

III.1 Efectos en la salud humana

El metilmercurio es considerado el compuesto orgánico de mercurio de principal importancia a nivel toxicológico, pues gran parte de la población se encuentra expuesta a él por la ingesta de alimentos que lo contienen (presente en todo el mundo en peces y mamíferos marinos)^[1]. Es particularmente preocupante su alta neurotoxicidad, en especial para el caso del sistema nervioso central en desarrollo. Fetos expuestos a altas concentraciones de metilmercurio durante su formación pueden presentar un cuadro clínico similar a la parálisis cerebral, mientras que en caso de exposición a bajas concentraciones, los efectos pueden aparecer de forma tardía principalmente como discapacidad psicomotora y mental.

En el caso del vapor de mercurio, los empastes dentales y el aire del ambiente son las principales fuentes de exposición para la población en general. Estudios revelan efectos adversos en el sistema nervioso central y en los riñones de personas expuestas a niveles atmosféricos prolongados de 25-30 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]^[1]. Las exposiciones altas también han causado mortalidad, sin embargo, la evaluación general del IARC (*Organismo Internacional de Investigación sobre el Cáncer, 1993*) concluye que el mercurio metálico, por ende sus vapores, y los compuestos inorgánicos de mercurio no son clasificables en cuanto a carcinogenicidad para los seres humanos. Los efectos observados tanto para el mercurio elemental, como para los compuestos inorgánicos de mercurio son la excreción de proteínas de bajo peso molecular, enzimas asociadas con el funcionamiento de la tiroides, en los índices de abortos espontáneos, genotoxicidad, sistema respiratorio y digestivo, hígado, sistema inmunológico, piel, entre otros.

III.2 Efectos en el medio ambiente

Todas las formas de mercurio pueden llegar a acumularse y ascender por la cadena alimentaria, pero particularmente la bioacumulación y biomagnificación del metilmercurio es la que más incide en los efectos perjudiciales de la vida silvestre, afectando no sólo a las especies marinas que lo contienen, y por ende a los seres humanos que las consumen, sino que también a los suelos orgánicos, reduciendo su actividad microbiológica, y a la fauna terrestre circundante (incluyendo aves y animales domésticos).

El mercurio es usualmente utilizado en experimentos de laboratorio por su capacidad de inhibición del crecimiento de microorganismos. Por ello, diversos estudios en suelos de bosques templados, asocian efectos adversos en los procesos microbianos con la presencia de mercurio. Sin embargo, la biodisponibilidad del mercurio en el suelo tiene gran importancia en su toxicidad, es decir, cuán tóxico es el mercurio presente en el suelo depende principalmente de su fracción disuelta en agua^[1].

El cambio climático podría incidir en la tasa de liberación de mercurio y formación de metilmercurio debido al ascenso de los niveles de agua y al aumento de nuevas zonas inundadas. Los sedimentos de la región Ártica contienen cada vez mayores concentraciones de mercurio, provocando gran preocupación por el riesgo que representa el mercurio para el ecosistema. Sin embargo, aún se discute en el AMAP (*Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico*) si esto se debe al aumento de las concentraciones de mercurio en la zona o es resultado de la tendencia actual del calentamiento climático.

III.3 Niveles de exposición riesgosos

Debido a que el mercurio se encuentra en la naturaleza y existen múltiples fuentes antropogénicas que lo emiten al ambiente, todos podemos llegar a exponernos a bajas concentraciones de mercurio a través del aire (por inhalación); el agua y los alimentos (por ingestión); a partir del consumo de medicamentos y cosméticos que contengan mercurio; y del contacto con cualquier producto que lo contenga.

Para determinar la exposición humana, es preciso tomar en cuenta el ingreso diario del mercurio al organismo por distintas vías (por ej. ingestión de alimentos), la forma particular de mercurio que ingresa (por ej. el metilmercurio) y el tiempo de retención dentro del organismo. La magnitud de la exposición varía de acuerdo a las cantidades de este metal presente en los diversos medios.

De acuerdo con el “Programa Internacional de Seguridad Química” (PISQ) de la “Organización Mundial de la Salud” (OMS), la forma más riesgosa de exposición deriva de la ingesta de pescado conteniendo niveles elevados de metilmercurio. El siguiente cuadro muestra distintos niveles de ingesta de metilmercurio asociados a diversas concentraciones de dicha especiación en pescados:

Cuadro III.1 “Ingesta de metilmercurio (mgMeHg/día) por consumo de pescado conteniendo distintas concentraciones de metilmercurio”

Consumo de pescado [g/día]	Conc. de metilmercurio en pescado (mgMeHg/kg de peso húmedo)				
	200	500	1000	2000	5000
5	1	2,5	5	10	25
100	20	50	100	200	500
1000	200	500	1000	2000	5000

Fte: Adaptación de OMS, 1980

Basado en el “consumo diario provisional tolerable” (pTDI por sus siglas en inglés) que determina la dosis recomendable de MeHg a ingerir de acuerdo al peso de la persona, la cantidad de pescado ingerida y la concentración de MeHg en este, el departamento responsabilizado de la salud pública en Canadá (Health Canada) recomienda que el consumo diario de metilmercurio no debe ser superior a 470[mg/kg de peso húmedo/día] para la población en general y de 200[mg/kg de peso húmedo/día]^[11] para niños y mujeres embarazadas o en edad fértil. La agencia de protección ambiental de Estados Unidos (EPA) y la Unión Europea poseen estándares mucho más estrictos, permitiendo un consumo máximo de 100[mg/kg de peso húmedo/día]^[11] para la población en general, cifra 5 veces inferior a la adoptada por Canadá. La EPA estima que más de 3 millones de niños estadounidenses exceden la dosis de consumo máximo.

En Estados Unidos (según ATSDR-EPA, “*Toxicological profile for mercury*”, 1994) se han fijado límites de 2 partes por billón (ppb) de mercurio en agua de consumo humano; se recomienda que los niveles de mercurio inorgánico en ríos, lagos y corrientes de agua no excedan a las 144 partes por trillón (ppt) para proteger a la salud humana. En productos del mar se ha fijado un límite máximo de 1 parte por millón (ppm), cantidad que también es la máxima admitida en granos. En el ambiente laboral se ha fijado un límite de mercurio orgánico en aire de 0,01 [mg/m³] y de 0,05 [mg/m³] de mercurio metálico promedio en turnos de 10 horas.

IV. Fuentes del mercurio en Chile

A partir de la caracterización de las liberaciones y usos de mercurio existentes en el país y, su respectivo origen, se contará con la información base requerida para la posterior elaboración del estado de arte del elemento a través del “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*” y su correspondiente gestión ambiental a nivel nacional.

La identificación de las fuentes de mercurio en el país, tanto naturales como antropogénicas, constituye el objetivo fundamental del presente trabajo. Sin embargo, el estudio realizado permitió además, caracterizar dichas fuentes y en algunos casos obtener una cuantificación estimada de éstas.

Previo a la identificación de las fuentes de mercurio en Chile, tanto naturales como antropogénicas, se procede a realizar una breve revisión de las aplicaciones identificadas por la “*Evaluación Mundial Sobre el Mercurio*” confeccionada dentro del “*Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*” (PNUMA). Esto, con el fin de establecer una base comparativa con la información obtenida en el país para cada una de ellas cuando corresponda. Debe prestarse atención a que, entre distintos países, los tipos de fuentes varían dependiendo de diversos factores, por lo que no necesariamente las fuentes identificadas a nivel mundial se ajustarán al contexto del país.

IV.1 Fuentes naturales de mercurio en Chile

Las liberaciones actuales de mercurio desde superficies terrestres y acuáticas no son netamente de origen natural, pues una proporción considerable de estas se produce desde deposiciones de mercurio anteriores, procedentes de la actividad humana. Es decir, las estimaciones actuales de emisiones de mercurio terrestre y acuático, incluyen tanto el que procede de fuentes naturales como antropogénicas. En consecuencia, dichas estimaciones varían considerablemente desde la época preindustrial hasta la actualidad (*Ver Anexo A. “Balances y Flujos Preindustriales y Actuales del Mercurio”*).

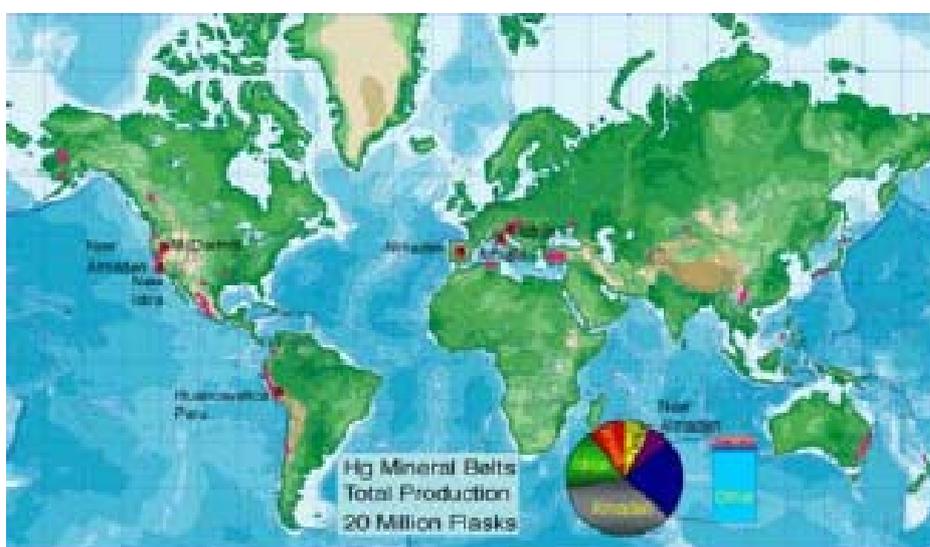
El mercurio puede ser introducido al ambiente de forma natural a partir de su gasificación en depósitos minerales, de las emisiones de fuentes geotérmicas, de su volatilización en el suelo, de las actividades volcánicas, de los sismos, de la fotoreducción de mercurio divalente en el agua, y de la transformación biológica de mercurio inorgánico en orgánico. Los incendios forestales también constituyen una fuente natural de emisiones de

mercurio^[1], aunque una parte considerable de estas proceden de reemisiones de mercurio de fuentes antropogénicas.

A continuación se analizan los diversos escenarios que son posibles causas de liberaciones de mercurio de origen natural en el país, sin olvidar que éstas no lo son del todo considerando las deposiciones anteriores derivadas de la actividad humana.

IV.1.1 Superficie terrestre en Chile

La distribución natural de mercurio en la superficie terrestre chilena se encuentra concentrada en depósitos situados el norte del país y, en bajas concentraciones, en yacimientos hidrotermales^[14]. La siguiente figura muestra en color rojo los depósitos naturales de mercurio, con mayor concentración, a nivel mundial:



Fte: "Overview of Mercury Sources, Uses, Releases and Cycling"^[2]

Figura IV.1 Depósitos naturales de Mercurio

La región de Coquimbo cuenta con un total de 1.203 depósitos mineralógicos, de los cuales 17 son de mercurio (con morfología de cuerpos tubulares tipo veta). Las estimaciones de sus reservas son escasas, sólo 5 depósitos poseen estimaciones sumando un total de 564.136 toneladas de mercurio^[20]. La explotación se produjo durante años en yacimientos ubicados en las zonas de Punitaqui y Andacollo. En la actualidad, no existe explotación de Hg en la región.

La región de Atacama también posee concentraciones naturales de mercurio en sus yacimientos de oro y plata, principalmente en el yacimiento minera la Coipa en la ciudad de Copiapó.

La presencia natural de mercurio en Chile, su movilización natural y, el comportamiento de los diversos escenarios que lo poseen debe ser analizado en profundidad para lograr estimar cuánto de éste puede ser emitido a la atmósfera. A continuación, sólo se mencionan las principales zonas con presencia natural de mercurio, pues un estudio detallado de éstos se realizará dentro del “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*”.

IV.1.1.1 Zona de Andacollo

A pesar de la inusual presencia de Hg en depósitos de cobre porfídico, Andacollo es uno de los tres depósitos de este tipo reportados en el mundo entero^[15]. El cobre pórfido se encuentra en la parte central de la zona, mientras que el mercurio se encuentra en mayores concentraciones en su parte este en forma de ((Cu,Hg)₁₂Sb₄S₁₃), mercurio tetrahédrico o “schwazite”; pirita; calcopirita; bornita (Cu₅FeS₄); y galena^[15]. La explotación del metal en Andacollo fue realizada por las minas “Mercedita” y “Dichosa”^[20] (se desconoce las capacidades extractivas en sus períodos de actividad).

Los depósitos de epitermales de Oro en la zona, también poseen una pequeña concentración de mineral cinabrio (HgS), forma en que usualmente se encuentra al mercurio en la superficie terrestre.

IV.1.1.2 Zona de Punitaqui

La zona de Punitaqui se localiza en una zona montañosa semi árida de la Cordillera de la Costa y corresponde a un caso complejo de estrecha relación entre depósitos de Cu-Au-Hg. Los depósitos de minerales de Cu-Au consisten en pirita, tenantita (Cu₁₂As₄S₁₃), cobre y oro en estado nativo, mientras que los depósitos de mercurio consisten en mineral de cinabrio (HgS). Los depósitos más importantes del sector son El Azogue y San Carlos, ambos con una ley de 0,19% de Hg y un total de recursos de 180.000 toneladas (dato año 1974) y 160.000 toneladas (dato año 1971)^[20], respectivamente.

Además, Punitaqui posee otros 3 yacimientos filonianos (Los Mantos, Delirio, Milagro) ninguno de los cuales se encuentra en actividad extractiva. El yacimiento Delirio posee un potencial de recursos de 196.350 toneladas^[20] (dato año 1947), mientras que las mayores leyes fueron alcanzadas en el yacimiento Los Mantos (0,4%)^[16].

Los rasgos geológicos del territorio, la conducta geoquímica de los elementos que presentan mayor riesgo para la salud humana y el uso de los mismos, determina los contenidos anómalos de ciertos elementos en los suelos. Debido a la presencia de depósitos minerales de Hg, a la explotación de otros yacimientos que lo contienen y de su uso en el proceso de amalgamación en la pequeña minería^(*) del oro, Andacollo y Punitaqui poseen en su superficie una concentración significativa de este metal.

Por otra parte, uno de los principales problemas que enfrenta actualmente la IV Región de Chile es la contaminación en sus cuencas hidrográficas derivada, entre otras causas, de la antigua remoción de Hg producto de la actividad minera. Durante la estación de lluvias, particularmente en períodos afectados por el fenómeno “El Niño”, estos materiales caen directamente a los cursos fluviales principales de esta región que abastecen de agua a su extensa zona agrícola (Ríos Elqui, Hurtado, Limarí, entre otros).

Los cuadros IV.1 y IV.2 muestran las concentraciones de Hg a nivel mundial y en las zonas mineras de Andacollo y Punitaqui respectivamente.

Cuadro IV.1 “Concentración de Hg a nivel mundial”

Sitio	Hg [µg/g]
Abundancia media en corteza terrestre	0,05
Abundancia media en suelos	0,09
Abundancia media en sedimento	0,19
<i>Fte: “Environmental assessment of copper-gold-mercury mining in the Andacollo and Punitaqui distric, northern Chile”^[15]</i>	

Cuadro IV.2 “Características de suelos y sedimentos zona minera Región de Coquimbo”

Sitio	Hg [µg/g]
Andacollo (suelo)	2,4 - 47
Andacollo (sedimento)	0,2 - 3,8
Punitaqui (suelo)	0,9
Punitaqui (sedimento)	0,3 - 5,3
Río Elqui (sedimento) ^[14]	0,12
<i>Fte: “Environmental assessment of copper-gold-mercury mining in the Andacollo and Punitaqui distric, northern Chile”^[15]</i>	

^(*)Actividad productiva en minas o plantas de beneficio de minerales cuya producción o capacidad de tratamiento es menor a 200 ton/día, con tecnología mínima y gestión familiar o con personal reducido.^[23]

V.1.1.3 Zona de Copiapó

El complejo minero la Coipa perteneciente a la Compañía Minera Mantos de Oro está ubicado a 150 Km al Sureste de la ciudad de Copiapó y cuenta con una mina de oro de explotación a rajo abierto y una planta de tratamiento de minerales de oro y plata. En el yacimiento de la Coipa, el oro y la plata se encuentran asociados a cinabrio (sulfuro de mercurio). Durante la fusión del precipitado que contiene principalmente oro, plata, zinc y mercurio se liberan vapores de mercurio que son tratados con un sistema de ventilación y un proceso de condensación para su recuperación como mercurio líquido y que tiene valor comercial.

Respecto a la explotación de metales nobles (oro y plata) y la consecuente liberación de mercurio en el yacimiento la Coipa, se tiene información de ciertas anomalías en la disposición final del mercurio líquido recuperado. Sin embargo, hasta la fecha, no es posible dar a conocer dicha información, pues aún forma parte de un estudio confidencial entre las partes (Compañía Minera Mantos de Oro y CONAMA Región de Atacama).

IV.1.2 Superficie acuática en Chile

IV.1.2.1 Aguas continentales

Dentro del “*Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad*” realizado por la Dirección General de Aguas (DGA) en el año 2004, se estudió la caracterización de la calidad de las aguas de 33 cuencas a lo largo de todo el país abarcando alrededor de 230 cursos o cuerpos de agua incluidas en ellas.

La Metodología de clasificación se aplicó a las cuencas prioritarias, cuya selección se realizó a partir de las 71 cuencas/subcuencas que actualmente tienen control fluviométrico por parte de la DGA. Como criterios para la selección de las cuencas prioritarias, se han elegido aquellas con régimen hidrológico permanente y que poseen una significativa importancia a nivel regional.

El “*Análisis de los Parámetros de Calidad Actual*” y, específicamente, el estudio de la presencia de metales no esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb, indicó en todos los casos (a excepción del Río Loa, clase 3) que no era posible clasificar las aguas en alguna clase establecida en el Instructivo (*ver Anexo B. “Criterios Nacionales para el Establecimiento de*

las Normas Secundarias de Calidad Ambiental”), por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase excepcional o clase 0 (los parámetros, cuyo valor máximo registrado no excede el límite de la clase 0, se consideran que siempre pertenecen a dicha clase). Es decir, el método utilizado en la detección de Hg en agua posee un límite analítico $<1[\mu\text{g/L}]$, determinado por la reiterada aparición de este valor en todos los registros realizados y que supera el límite máximo de clasificación para la clase excepcional ($0,04[\mu\text{g/L}]$) y en consecuencia para las restantes (**clase 1:** $0,05\mu\text{g/L}$; **clase 2:** $0,05\mu\text{g/L}$; **clase 3:** $1\mu\text{g/L}$).

Luego, no es posible determinar el estado de las aguas continentales, y su posible aporte a las emisiones de origen natural del mercurio, pues no se posee información de la concentración exacta de Hg a lo largo del país. Sin embargo, es posible afirmar que, en ciertos casos, la presencia de mercurio en las aguas puede ser igual o superior a $1[\mu\text{g/L}]$ (dependiendo del comportamiento de los datos obtenidos), situación preocupante ante un límite máximo de la US EPA (2004) de $2[\mu\text{g/L}]$ en el agua de consumo humano.

IV.1.2.2 Borde costero

Desde su límite norte ($18^{\circ}21'03''$) hasta las islas Diego Ramírez, la costa chilena tiene aproximadamente 4.080 Km. de extensión. De ellos, 2560 corresponden a la llamada costa expuesta entre Arica y el Canal de Chacao y los 1515 restantes al territorio expuesto en los archipiélagos australes^[13].

La presencia de mercurio en aguas costeras de Chile se debe principalmente a los usos y actividades industriales propias de cada región. Además de la intervención de las aguas, la concentración de Hg en determinada zona costera está relacionada a la restricción en la capacidad de dispersión de los contaminantes que son degradados en ella. La situación a lo largo del país respecto a la concentración de Hg, tanto en sus aguas de mar como en su matriz sedimentaria es resumida en los cuadros IV.3 y IV.4.

Los mayores valores para la concentración de Hg en agua se observan en la III y IV Región, coincidiendo con la zona de superficie terrestre rica en vetas de Hg y de alta actividad minera del Au, que utiliza al Hg en su proceso de extracción del metal mediante amalgamación.

En cuanto a los sedimentos marinos, los mayores valores se observan en la V y VIII Región, los que se asocian a casos puntuales resultado de concentraciones residuales en áreas contaminadas con restricción en la capacidad de dispersión de los contaminantes. Particularmente, es posible asociar la alta concentración de Hg en la VIII Región a los efluentes descargados en dicha zona por la Industria de Cloro-Soda “*Occidental Chemical Chile*”^[17].

Cuadro IV.3 “Promedio de concentración de Hg por región, en agua de mar”

Región	Hg total [ppb]		
	Años 93/98	Años 99/01	Años 01/04
I	0,402	0,177	<1,000
II	0,640	0,184	<1,000
III	0,129	0,810	<1,000
IV	0,194	0,836	<1,000
V	0,184	0,260	<1,000
VI	--	--	--
VII	--	--	--
VIII	0,163	0,247	<1,000
IX	--	--	--
X	0,140	0,215	<1,000
XI	0,069	0,132	<1,000
XII	0,127	0,255	<1,000

Fte: “Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile, 2005”^[13]

Se observa que el promedio de concentración de Hg entre los años 2001 a 2004 no representa valores estimativos de la realidad en las diversas regiones, pues sólo se indica la existencia de concentraciones menores al límite de detección permitido por la metodología de muestreo utilizada. Por lo tanto, dichos valores no son confiables y no aportan al análisis de la situación país en agua de mar respecto a la concentración de Hg existente.

Cuadro IV.4 “Promedio de concentración de Hg por región, en sedimento costero”

Región	Hg total [ppm]		
	Años 93/98	Años 99/01	Años 01/04
I	0,347	0,239	0,106
II	0,991	0,519	0,106
III	0,048	0,059	0,094
IV	0,315	0,080	0,100
V	0,177	0,057	0,115
VI	--	--	--
VII	--	--	--
VIII	0,329	0,167	0,107
IX	--	--	--
X	0,182	0,043	0,098
XI	0,102	0,043	0,098
XII	0,103	0,112	0,100

Fte: “Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile, 2005”^[13]

IV.1.3 Incendios forestales en Chile

Dado que los incendios forestales constituyen una de las fuentes naturales de mercurio, se analizó el "*Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*"^[29], concluido en 1997, y las "*Estadísticas de Incendios Forestales*" (2006). Este último indica que gran parte de los incendios forestales que ocurren en los bosques chilenos son provocados por el hombre.

Habitualmente, los meses de enero y febrero son los más críticos para la generación de incendios forestales de magnitud, pues las condiciones favorecen la propagación del fuego. Situaciones de escala hemisférica, como El Niño y La Niña, hacen más severa o más extensa la temporada de incendios en Chile, que usualmente abarca los meses de Noviembre a Abril.

Además de los daños directos en vegetación quemada, otros daños indirectos y posteriores a la pérdida de la cubierta vegetal protectora ocasionan aluviones, desertificación y favorece la difusión y volatilidad del mercurio presente en la superficie terrestre por las altas temperaturas alcanzadas.

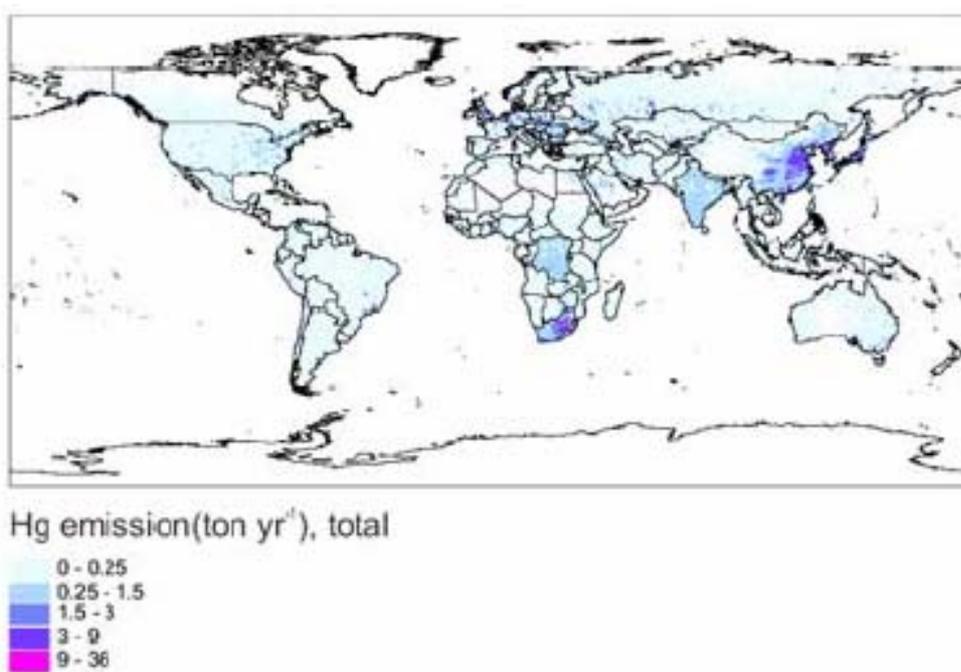
Por otra parte, la combustión de áreas de plantaciones (con posible presencia de plaguicidas con contenido de mercurio) constituye otra posible causa de emisión de mercurio ante un incendio, especialmente considerando que un 16% del total de formaciones vegetales afectadas por estos eventos en el período 1976-2005 corresponde a terrenos agrícolas plantados y que no se dispone de información suficiente para una caracterización detallada y actualizada a nivel nacional.

IV.2 Fuentes antropogénicas de mercurio en Chile

El uso intencional de mercurio en muchos productos y procesos industriales es considerado una fuente importante de emisiones de este elemento en el medio ambiente (*ver Anexo C. "Aplicaciones del Mercurio"*). También se considera como fuente antropogénica a las liberaciones procedentes del tratamiento y almacenamiento de desechos, pues gran parte del mercurio que se emplea en productos o con fines de consumo, termina en vertederos con la basura recolectada y, en muchos casos, se incinera (ejemplo: residuos hospitalarios).

A nivel mundial, las liberaciones de tipo antropógeno han ido en aumento, a excepción de Europa y América del Norte, donde las medidas para controlar sus liberaciones las han hecho disminuir entre los años 1990 y 2000 desde 627 a 239[ton/año] y desde 261 a 202[ton/año]^[18], respectivamente.

La figura IV.2 muestra una estimación de emisiones de mercurio por causas antropogénicas a nivel mundial. Chile se ubica dentro de los países con menor cantidad de liberaciones por año, sin embargo se debe tener presente la tendencia a subestimar la estimación de la cantidad de liberaciones antropogénicas al medio ambiente, pues es muy difícil cuantificar la contribución de todos los tipos de fuentes de este tipo.



Fte: "Overview of Mercury Sources, Uses, Releases and Cycling"^[2]

Figura IV.2 Emisiones Antropogénicas de Mercurio (ton/año), 1995

IV.2.1 Procesos que liberan mercurio

Las actividades industriales emiten una gran variedad de formas orgánicas e inorgánicas de mercurio. Por ejemplo, mientras gran cantidad del Hg elemental liberado a la atmósfera es causada por la quema de combustibles fósiles, la industria eléctrica y cloro-soda; el fenilomercurio desechado en agua dulce y salada se atribuye a la industria de papel de pulpa de madera.

De acuerdo al estudio realizado de la situación actual del país respecto a la identificación de sus fuentes de mercurio y considerando las fuentes antropogénicas estudiadas en la “*Evaluación Mundial sobre el Mercurio*”^[1], a continuación se presentan los principales procesos con los que Chile contribuye a la concentración de fondo de mercurio (depósito global de mercurio en la biosfera) la cual está constituida principalmente por liberaciones antropogénicas acumuladas durante décadas.

IV.2.1.1 Minería del mercurio en Chile

Además de la fuente natural de metales y metaloides generados por la geología de un territorio, se debe considerar el producto de la actividad minera. Los procesos de extracción y purificación de los minerales y metales tienen un efecto indirecto en la dispersión de los elementos químicos, particularmente de los que acompañan a los minerales y metales a extraer.

Existen registros de la explotación de mercurio en la IV Región de Coquimbo, específicamente, la “*Minera Azogues*” de Punitaqui, extrajo el mineral de mercurio desde comienzos de 1785 y hasta 1958. Sin embargo, la poca potencia de los yacimientos y las bajas leyes del mineral han provocado el cese en las actividades mineras asociadas a este tipo de extracción.

Cabe mencionar que, se desconoce la cantidad de mineral de mercurio extraído hasta la fecha, impidiendo tener una estimación de la posible contribución a las liberaciones antropogénicas relacionadas a su explotación. Sin embargo, es posible realizar una estimación de la cantidad de mineral extraído, cálculo que será realizado en una etapa posterior de inventario de liberaciones dentro del “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*”.

IV.2.1.2 Industria cloro soda

A nivel mundial, la producción de cloro y soda cáustica es una de las actividades con mayor consumo de mercurio. El proceso incluye un método de celdas de mercurio que necesita de grandes cantidades de este metal para su función como cátodo líquido en procesos electrolíticos para la producción de cloruro e hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de

potasio (KOH) a partir de agua salobre. Es común que una planta de cloro soda tenga muchas celdas (de 24 a 116 aprox., con un promedio de 56, US EPA 2002b).

Los ciclos de la producción en la celda de mercurio incluyen un electrolizador que produce gas cloro y un descomponedor que produce gas hidrógeno y solución cáustica, es común que ambos equipos estén conectados por una caja de entrada y otra de salida; un flujo continuo de salmuera y otro de mercurio fluyen entre dichos equipos. La aplicación de corriente eléctrica en el electrolizador causa la separación del gas cloro de la sal; el sodio (o potasio) se une al mercurio para formar una amalgama (Na-Hg o K-Hg) que se transforma en una solución cáustica (NaOH o KOH), gas hidrógeno y mercurio elemental mediante otra reacción electrolítica; el mercurio se bombea nuevamente al interior de la celda.

La US EPA posee factores de emisión para rejillas de ventilación y cajas de conexión. Estos factores pueden ser útiles para calcular emisiones de mercurio en el proceso de producción del cloro. Sin embargo, dichos factores se basan en pruebas realizadas en sólo dos plantas estadounidenses y datan de 1973, por lo que enfrentan serias limitaciones. Además, los factores de emisión no son aplicables a gran escala (regional o mundial), ya que las instalaciones de otros países/regiones liberan más mercurio por tonelada métrica de cloruro o hidróxido de sodio producido por las plantas en EEUU (0,0067 - 3,41 g Hg/ton métricas de Cl₂, rango calculado para emisiones atmosféricas en chimeneas para las corrientes de hidrógeno y rejillas de ventilación en la caja de conexión en 10 plantas de cloro soda)^[40].

Los desechos líquidos y sólidos, además de las liberaciones atmosféricas con mercurio al medio ambiente, hacen del proceso de producción de cloro soda una importante fuente de emisiones antropogénicas de este metal.

En Chile, la industria “*Occidental Chemical Chile, S.A.*”, ubicada en el Sector Industrial de Talcahuano (VIII Región), entre las bahías de San Vicente y Concepción, ha contribuido desfavorablemente en la contaminación del ambiente costero donde se emplaza. Recientes estudios demuestran su contribución en la bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en el molusco “*Tagelus Dombeyi*” de la zona^[17]. El siguiente cuadro muestra los valores obtenidos para la concentración de mercurio en las proximidades de la planta:

Cuadro IV.5 Concentración de Hg Total en RIL Planta Cloro-Soda

Lugar de muestreo	X Hg Total [µg Hg/L]
Proximidad a la Planta	4,35 ± 2,44
Próximo a la Zona Costera	2,50 ± 0.85
<i>Fte:</i> “Influencia de variables estacionales, espaciales, biológicas y ambientales en la bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en <i>Tagelus Dombeyi</i> ” ^[17]	

En la actualidad, la planta química ha reemplazado el uso de celdas de mercurio por el de un sistema de membranas, decisión adoptada posterior a la aparición del citado estudio (*ver Anexo D. “Tecnología en la Industria Cloro-Soda”*).

IV.2.1.2.1 Producción de cloro en la Industria celulosa

Desde la década del ‘50 y hasta el año 1992 se utilizaba cloro en la etapa de blanqueo de la celulosa dentro de su proceso de elaboración en la industria chilena. El cloro era fabricado dentro de la planta de celulosa con uso del metal mercurio. En la actualidad, el proceso de blanqueo ECF (Elemental Chlorine Free)^[25], basado en dióxido de cloro (y sin uso de mercurio), ha reemplazado a las antiguas plantas de blanqueo basadas en cloro elemental.

En Chile existen actualmente 13 plantas de celulosa con un total de 17 líneas de producción. En el año 2005, su producción total alcanzó los 3,3 millones de toneladas^[26] posicionando al país en el quinto lugar de exportadores de celulosa a nivel mundial.

En Abril de 2006, fueron encontradas trazas de mercurio en un 10% de la extensión total de la planta celulosa Laja, de la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC), ubicada en Laja provincia de Bío Bío, con una extensión de 20 metros de largo por 3 metros de ancho^[26]. Hasta 1992 funcionó en el sector contaminado una planta productora de cloro (con uso de mercurio) para el blanqueamiento de la celulosa. Por ello, es posible asociar la producción de cloro dentro de la planta celulosa con la posterior presencia de mercurio en sus emplazamientos y, por ende, considerar dicho proceso dentro de las fuentes antropogénicas responsables de las emisiones de mercurio al medio ambiente.

IV.2.1.4 Combustión industrial de combustibles fósiles

Los centros de transformación de energía consumen la mayor parte del carbón mineral del total consumido por todos los sectores. En general, todos los procesos que incluyan la transformación de energía en altos hornos como el caso de la industria siderúrgica (ej. Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. VIII región), participan en el consumo de altas cantidades de combustibles fósiles con posibles y diversos contenidos traza de mercurio. Otro ejemplo de centros de transformación de energía es el de las térmicas a vapor de carbón mineral que en Chile se encuentran en las regiones I, II, III, V, RM, y VIII.

Dentro del sector industrial, las cementeras juegan un importante rol por su consumo de combustibles fósiles y, en consecuencia, contribuyen a las emisiones de Hg asociadas a la quema de dichos combustibles. Las emisiones de Hg desde el horno de cemento varían dependiendo de las cantidades trazas que contenga el combustible utilizado (se han detectado entre 45,7-49,7[$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$]^[27] de Hg a la atmósfera en Horno N° 9 de la Planta Industrial La Calera, Empresas Melón S.A, por consumo de carbón de petróleo).

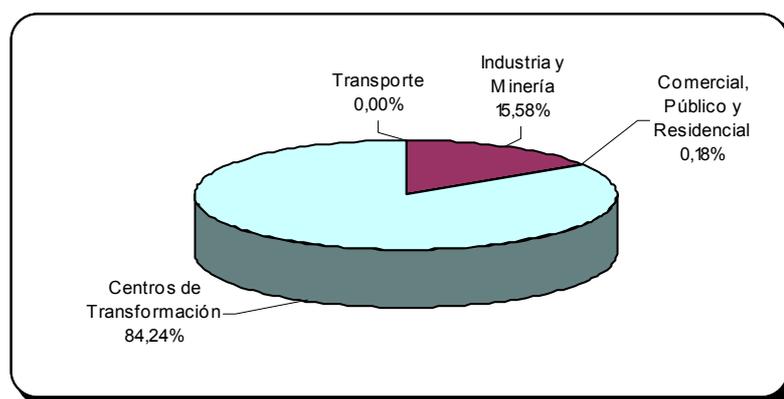
En el año 2005 la producción de cemento en Chile alcanzó los 4 millones de toneladas^[28] aproximadamente incluyendo empresas como Melón, Polpaico, Bío Bío e Inacesa.

IV.2.1.4.1 Carbón

El carbón puede contener cantidades traza de mercurio en forma natural (entre 0,04 – 0,7 mg/kg), los procesos de combustión en los cuales se le emplea (como las carboeléctricas y los hornos industriales) se encuentran entre las fuentes importantes de emisión de este metal al aire.

El carbón térmico que se consume en Chile proviene principalmente de importaciones. Durante el año 2004, la producción bruta nacional fue de 188.000 toneladas constituyendo el 4,2% del total de carbón consumido en el país, 95,8% restante corresponde a 4.256.000 toneladas de carbón importado por un monto de US\$50.980.797^[13]. Las importaciones de carbón provienen principalmente de Australia (33%), Indonesia (23%), Colombia (17%), Estados Unidos (14%), Canadá (9%), Argentina (2%) y Nueva Zelanda.

Para una mejor comprensión del aporte sectorial al consumo de carbón y, en consecuencia, a las emisiones de mercurio a la atmósfera, se ilustra la siguiente figura:



Fte: Balance Nacional de Energía (CNE)

Figura IV.3 “Distribución sectorial del consumo de carbón, año 2004”

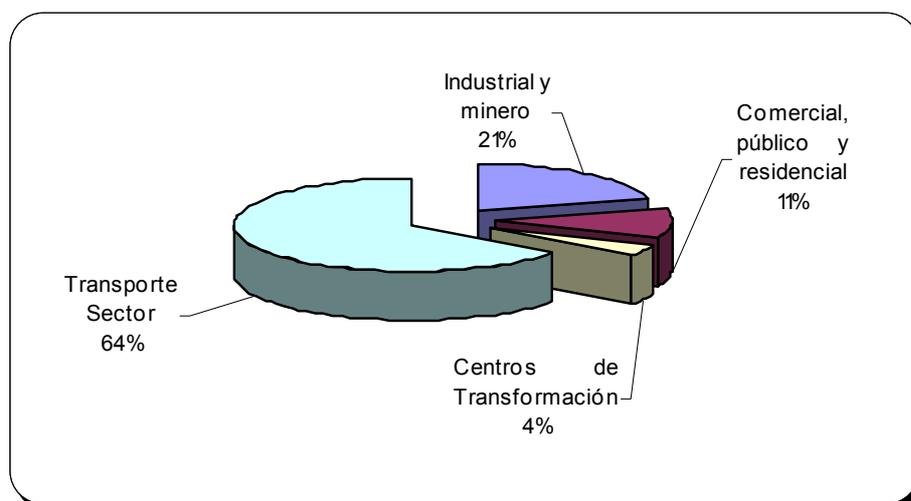
En el caso del total de carbón consumido por los centros de transformación, un 81,1% es utilizado en la producción de electricidad, mientras que el 18,9% restante se utiliza en la producción de coke y gas. En tanto, el consumo de carbón en el sector industrial se divide principalmente entre la industria del cemento y azúcar.

IV.2.1.5.2 Petróleo y gas natural

Al igual que el carbón mineral, el petróleo y gas natural pueden contener concentraciones no determinadas de mercurio, el que puede ser liberado a la atmósfera a través de la combustión de dichas fuentes energéticas.

En la cuenca de Magallanes del país, se concentran los yacimientos de petróleo y gas natural que, de acuerdo a la legislación vigente, son propiedad del estado. Mientras que la producción acumulada de petróleo hasta el año 2004 fue de 69,9 millones de m³, durante ese año se importaron cerca de 12.281.928m³ proveniente principalmente de países de América Latina como Argentina y Brasil^[13].

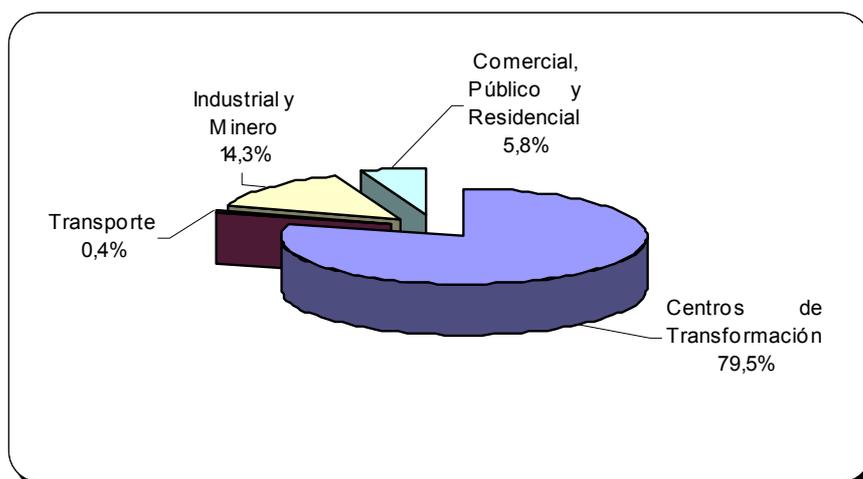
La siguiente figura muestra la distribución sectorizada del consumo de petróleo (y sus derivados) durante el año 2004, indicando los sectores que posiblemente aportan a las emisiones de Hg provenientes de la combustión de petróleo:



Fte: Balance Nacional de Energía (CNE)

Figura IV.4 Distribución de consumos de los derivados del petróleo, 2004.

En cuanto al gas natural, del total consumido a nivel nacional en el año 2004, el 76,7% se importó desde Argentina y el 23,3% restante se obtuvo de la producción anual en los yacimientos de sur de Chile^[13]. La figura IV.5 muestra la distribución del consumo de gas natural y, por lo tanto, los sectores responsables de las posibles emisiones de Hg asociadas a dicho consumo:



Fte: Balance Nacional de Energía (CNE)

Figura IV.5 Distribución sectorial del consumo de gas natural, 2004.

IV.2.2 Usos del mercurio en Chile

De acuerdo a las estadísticas de importación de Hg, como producto químico, y los principales sectores que lo requieren (ver figura IV.8), la industria minera utilizó más de 12 toneladas de un total de 23 toneladas de Hg importadas entre los años 1997 y 2006. Mientras que los servicios de ingeniería, con un consumo del 18,2% del total importado, entregan principalmente asistencia en hidrometalurgia y servicios mineros en general. Las principales empresas importadoras del sector minero son “*Sociedad Abastecedora de la Minería S.A.*” y “*TMC Triveno Mercury Corp.*”

El sector industrial lo incluyen la empresa “*Celulosa Arauco y Constitución*” (cuya única importación de 11kg de Hg fue realizada en el año 1998), la empresa “*Tubolamp Chilena Ltda.*” perteneciente al rubro de letreros luminosos publicitarios y la industria químico-farmacéutica principalmente a través de la empresa “*Merck S.A.*”.

El sector comercial (con un 14,7% de las importaciones totales) lo determinan importadoras tales como “*Garage El Parque Ltda.*”, “*Comercial de Representaciones Ltda.*” y “*Platavips Ltda.*”, esta última destina el mercurio a su uso en joyería.

La importación de mercurio con fines científico-tecnológico es realizada principalmente por la empresa “*Distribuidora Científica Ltda.*”.

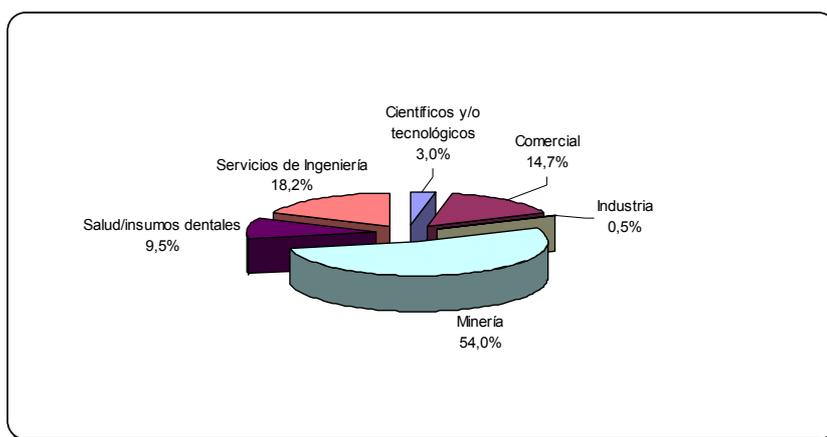
Por último, el mercurio requerido por el sector salud como insumo dental es realizado principalmente por la “*Central de Abastecimiento del SNSS, CENABAST*”.

El mercurio como producto químico proviene principalmente de España, Alemania, Inglaterra, Japón, EEUU y Argentina. Un 45% de las importaciones llega al país vía transporte terrestre, un 38% lo hace vía marítima y sólo un 17% por transporte aéreo.

Respecto a las recientes exportaciones de mercurio realizadas por el país (227 toneladas de Hg aproximadamente), estas son realizadas principalmente por la Compañía Minera Mantos de Oro (cuyo destino es EEUU) y por La Sociedad Abastecedora de la Minería, SADEMI (cuyos destinos son Bolivia y Perú). En el caso de la Minera Mantos de Oro, el mercurio exportado se origina como subproducto de la explotación de oro en la Faena Mina La Coipa (ubicada a 150 kilómetros al noreste de la ciudad de Copiapó, III región de Atacama). El mercurio exportado por la Sociedad Abastecedora de la Minería, SADEMI, no

procede de su extracción desde los yacimientos existentes en Chile, pues estos dejaron de explotarse en el año 1958 aproximadamente, luego dicha empresa funcionan como comercializadores de mercurio importándolo y exportándolo a la vez.

Para un mayor detalle de las importaciones de mercurio como producto químico entre los años 1997 y 2006, ver *Anexo J. "Importaciones y Exportaciones de Mercurio, 1997-2006"*.



Fte: Elaboración propia a partir de datos estadísticos de comercio exterior, PROCHILE.

Figura IV.6 Distribución sectorial del consumo de Hg (producto químico) en % peso. Años 1997-2006

La envergadura en el uso de mercurio en la industria minera y la importante exposición a éste a través de su uso en amalgamas dentales, merece un análisis detallado de dichos sectores.

IV.2.2.1 Uso de mercurio en la pequeña minería del oro

En Chile, además de la antigua explotación de los yacimientos de mercurio ubicados en la IV Región de Coquimbo, este metal es utilizado hasta hoy en día en el proceso de amalgamación de oro en la pequeña minería de la misma zona y se tiene registros de uso para el mismo procedimiento en la III Región de Atacama. También se tiene registros de su antiguo uso en la pequeña minería del oro de las V y RM regiones (Marga Marga y Til Til, respectivamente).

La aleación de mercurio con metales como el oro y la plata se conoce como amalgama. La amalgamación en la minería aurífera se utiliza para separar el oro de los minerales que lo acompañan y se realiza por el contacto del mercurio con el oro libre de un tamaño de grano entre 20–50[μm] y 1–2[mm]^[19] (tamaños más grandes son recuperados por métodos gravitacionales) formando una pulpa con agua. El cuadro IV.6 resume los principales procesos de amalgamación en la pequeña minería del oro situada en muchos países de Asia, África y América Latina (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Chile, entre otros):

Cuadro IV.6 Procesos de amalgamación utilizados en la pequeña minería aurífera

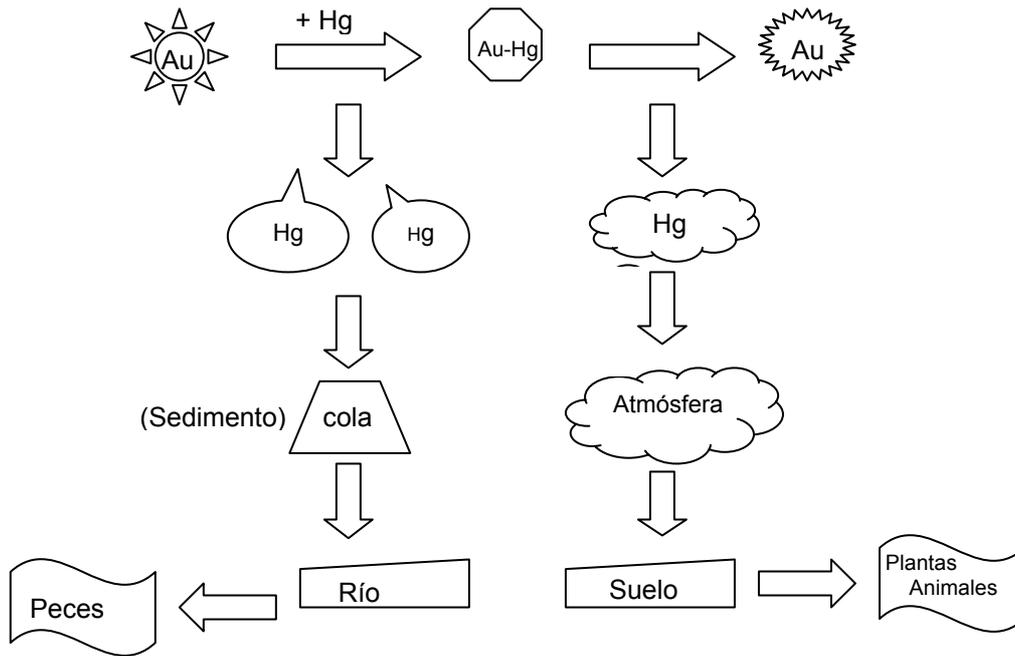
Tipo de amalgamación	Uso en la pequeña minería primaria	Uso en la pequeña minería aluvial	Uso mayoritario en circuito abierto ^(*)
In situ	no	si	si
En canaletas (sluiceboxes)	si	si	si
En molinos (trapiche, a bolas, de pistones, manuales)	si	no	si
En centrífugas (tipo Knelson)	si	si	si
En jackpot	si	si	si
En planchas amalgamadoras	si	si	si
Manual	si	si	no
En tambores amalgamadores	si	si	no

Fte: Manejo Ambiental en la Pequeña Minería^[19]

La contaminación por mercurio asociada a los distintos procesos de amalgamación se produce tanto por la pérdida de Hg (sólo entre el 50 – 70% logra ser recuperado) durante el proceso mismo, como por el siguiente paso que consiste en la separación del oro de la amalgama (comúnmente por separación térmica).

La quema de la pella (amalgama de mercurio y oro) se realiza calentando a ésta, hasta una temperatura suficientemente alta (>360°C) para que se produzca la evaporación del mercurio. Así, el oro se obtiene como producto final y el mercurio evaporado (altamente tóxico) va directamente a la atmósfera y suelos aledaños. Comúnmente la quema de amalgama se realiza dentro de la vivienda, poniendo en peligro tanto al trabajador, como a su familia y población del entorno. La figura IV.7 esquematiza el circuito realizado por el mercurio en el proceso de amalgamación del oro y cómo sus pérdidas van directo al medio ambiente que lo rodea:

^(*) Circuito abierto: toda la carga de material aurífero se pone en contacto con el Hg en un flujo de pulpa en forma continua y no es posible recuperar todo el mercurio utilizado. Parte del mercurio en forma metálica (gotas) o como amalgama (flóculo) escapa por las colas. En caso contrario, “circuito cerrado”, la amalgamación se realiza en un ambiente parcial o totalmente cerrado para evitar la pérdida de Hg.



Fte: Elaboración propia basado en “Presentation to Global Transport Workshop”^[18]

Figura IV.7 Circuito del mercurio en proceso de amalgamación

Cabe mencionar las pérdidas de mercurio en la cola del proceso y por la evaporación del mismo durante el circuito de amalgamación. Luego, se puede suponer que todo el mercurio requerido para este proceso, se va “consumiendo” o “perdiendo” en el medio ambiente a través de diversas formas de emisión.

En Chile, la pequeña minería^(*) del oro y el uso de amalgamación con mercurio se observa principalmente en la III y IV regiones (para un detalle de las faenas mineras que utilizan amalgamación en la zona, ver *Anexo E. “Faenas mineras del Oro con uso de amalgamación”*).

En cuanto a la actividad minera de tipo artesanal, tanto en la III como en la IV Región se desarrolla típicamente la producción de oro a menor escala con tecnología mínima (en la que la amalgamación con Hg, por su sencillez y efectividad, es la preferida por los pequeños mineros) y con un tipo de gestión familiar o personal.

^(*) Actividad productiva realizada en minas o plantas de beneficio de mienrales con capacidad de producción o tratamiento menor a 200 ton/día, tecnología mínima y gestión familiar o con personal reducido.

La adquisición de mercurio es realizada en el comercio establecido, principalmente a través de la “*Sociedad Abastecedora de la Minería, SADEMP*” a precios que en la actualidad oscilan entre los 30-40 mil pesos por kilo^(**).

El cuadro IV.7 resume la envergadura de la actividad productiva artesanal en dichas regiones:

Cuadro IV.7 “Estudio Minería Artesanal en III y IV Región

Región	% del total nacional	N° de faenas con Au	Distribución de faenas por tipo de pasta			
			Au	Au/Ag	Au/Ag/Cu	Au/Ag/otro
III	18,2	139	--	124	11	4
IV	20,7	180	5	165	10	--

Fte: Elaboración propia en base a “Estudio determinación del Universo de los Pequeños Mineros Artesanales, 2005”^[24]

A continuación se indican las principales plantas de tratamiento de oro, observadas en terreno, en dichas regiones del país.

IV.2.2.1.1 Pequeña minería aurífera en III Región de Atacama

Aproximadamente el 30% del total de faenas mineras relacionadas al oro en la III Región, utilizan el proceso de amalgamación. En Copiapó y sus alrededores fue observado el funcionamiento de alrededor de cuatro plantas auríferas que incluyen el proceso de amalgamación con Hg para la recuperación de oro (tanto en molinos como en concentradores, tambores y de forma manual), de las cuales tres utilizan el sistema de subarriendo de trapiches e instalaciones a pequeños mineros de la zona.

Dependiendo del mineral, la ley del concentrado de oro varía entre un 14–15%. En el caso de la Planta Guggiana (cerca de Copiapó), que cuenta con tres trapiches, la producción alcanza en promedio 35[gAu/día]. Para una concentración de oro de 15[g/ton] aproximadamente, son necesarios 3 kg de Hg agregados en el trapiche para amalgamar y recuperar el oro. En otras palabras, se requieren aproximadamente 1,3[kg de Hg/ton de mineral] para las condiciones de la planta descrita.

Posterior al proceso de flotación donde la pulpa es condicionada con reactivos como el aceite de pino, esta se pone en contacto con burbujas de aire en celdas de flotación llamadas “cercha”, el oro no recuperado se trabaja como amalgama de forma manual en un tambor

^(**)Comunicación personal: Alberto Tamblai, encargado Planta Guggiana, III Región, quien indicó el creciente encarecimiento del mercurio en los últimos años.

donde es estrujada con un paño fino (o cuero de nonato) intentando recuperar la mayor cantidad posible del Hg (ver figuras IV.8 y IV.9).



Figura IV.8 Celdas de flotación y uso de trapiche, III Región de Chile, 2006



Figura IV.9 Manipulación de amalgama, III Región de Chile, 2006

Existe un método alternativo que evita o disminuye el uso de mercurio en el proceso de recuperación del oro utilizando un sistema gravitacional basado en un concentrador Knelson (ver figura IV.10).

La planta piloto “El Cateador” ubicada en Copiapó (ver figura IV.11), es un proyecto de la Universidad de Atacama con aportes del gobierno Belga que consta de un trapiche capaz de moler 200 kg de mineral/hr y un concentrador Knelson que trabaja con una bomba a 420RPM. La pulpa que baja desde el trapiche a través de cañerías, por acción de la gravedad, llega al concentrador en donde el agua por acción de la fuerza motriz hace flotar al material fino. Posteriormente, luego del acondicionamiento con reactivos y del paso de la pulpa por las celdas de flotación que separa el oro de la cola, se trabaja el oro grueso depositado en el fondo del concentrador con pequeñas cantidades reguladas de Hg mediante manipulación limpia y segura en circuito cerrado.

La planta “El Cateador” posee la ley más alta de la zona, entre 605–610[gAu/ton] y se caracteriza por un proceso limpio y seguro. Sin embargo, posee una dificultad que hace a los pequeños pirquineros continuar utilizando el antiguo método de amalgamación. El concentrador Knelson funciona con aproximadamente 10 ton de mineral por carga para un óptimo funcionamiento, dificultando la organización de los pirquineros que suelen trabajar con pequeñas cantidades de mineral.



Figura IV.10 Concentrador Knelson, Planta “El Cateador”



Figura IV.11 Planta “El Cateador”, III Región de Chile, 2006

IV.2.2.1.2. Pequeña minería aurífera en IV Región de Coquimbo

La minería artesanal del oro se desarrolla principalmente en las localidades de Andacollo y Punitaqui. En dichas zonas, mineros poseen antiguos sistemas de recuperación de oro por molienda con trapiches y amalgamación con Hg al igual que en la III Región de Atacama. Además del uso de Hg en trapiches, se utiliza la técnica de amalgamación de oro sobre placas de cobre electroplateadas recubiertas con mercurio para recuperar oro grueso cuya limpieza suele hacerse con orina por su alta capacidad de remoción (ver figura IV.12).

En el año 2004, existían diez plantas en operación con seis de ellas a orillas del Río Illapel donde se procesaban entre 20-50[ton/día]^[23]. Las pérdidas de mercurio oscilan entre los 5-10[g/ton] de material tratado con una obtención de 3-5[gAu/ton] de oro por tonelada de mineral.



Figura IV.12 Placa para amalgamación con Hg

IV.2.2.1.3. Pequeña minería aurífera en V Región de Valparaíso

Hasta el año 2002, se tiene registros de la existencia de cuatro plantas de extracción de oro que utilizan el método de amalgamación con Hg para su recuperación y separación del resto de los minerales, estas son: Planta Enrique Zamora, Planta Trapiches de Petorca, y Planta Trapiches Varas Díaz (comuna de Petorca con promedio de 12 trabajadores); y Planta El Sauce (comuna de Llaillay, con promedio de 12-80 trabajadores)^[22], las tres últimas con datos de funcionamiento de faenas al año 2002, mientras que la Planta Enrique Zamora cesó sus actividades antes de dicha fecha.

IV.2.2.2 Uso de mercurio como insumo dental

Más de 2 toneladas de mercurio han sido ingresadas al país a través de la Central de Abastecimientos del Sistema Nacional de Servicios de Salud, entre los años 1997 al 2006. Prácticamente, todo este mercurio es utilizado en la fabricación de amalgamas dentales en los servicios de salud ubicados a lo largo del país.

Es conocido el efecto nocivo de la emanación de vapores de Hg desde las amalgamas dentales que lo contienen. A diario se liberan del orden de 10 microgramos de mercurio en el cuerpo, y este valor aumenta dependiendo de la cantidad de amalgamas disponibles. De hecho, más de dos tercios del mercurio excretado en un ser humano deriva de las amalgamas que posee.

Existen diversas formas de preparación de la amalgama con mercurio previo a la obturación. La más peligrosa de ellas, por el nivel de exposición al que se somete el profesional que la manipula, es la preparación manual con mortero y pistilo en la cual se realiza la aleación de metales (12% Cu, 15% Sn, 20% Ag, 3% Zn) con el mercurio agregando a este último en exceso (1 g de aleación : 1,1 g de Hg aprox.) para conseguir una buena amalgamación, luego el exceso es estrujado manualmente y depositado en un recipiente para su disposición. Una segunda forma de preparación de la amalgama utiliza un amalgamador mecánico que agita a la aleación, previamente preparada por el profesional en un recipiente cerrado, en proporciones iguales evitando el exceso de Hg (1g de aleación:1g de Hg aprox.). La tercera forma, y la más adecuada, es el uso de amalgama en cápsulas que sólo necesitan de la agitación mecánica, pues la aleación ya está preparada dentro de la cápsula, evitando todo contacto con el Hg, las proporciones utilizadas en este caso son de 1g de aleación por 0,9g de Hg aprox.

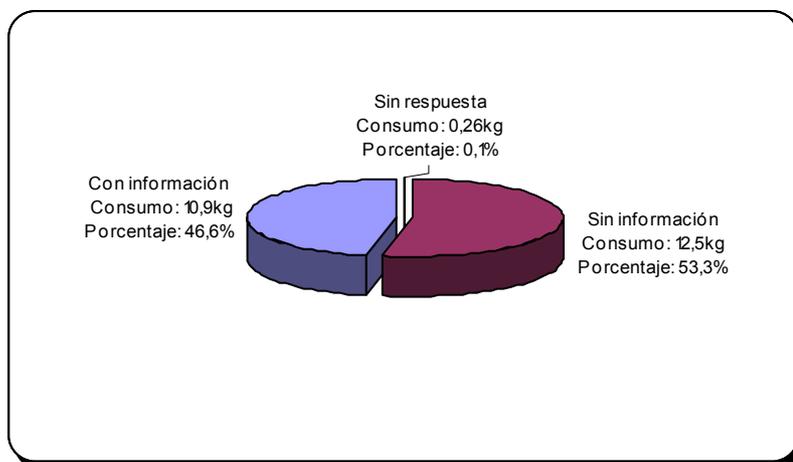
Motivado por la presente iniciativa ambiental generada a través del mercurio, el Departamento de Salud Bucal, del Ministerio de Salud de Chile, elaboró la encuesta “Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos” con el fin de dimensionar el uso de mercurio en los servicios odontológicos a lo largo de todo el país (ver *Anexo F. “Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos”*). Un análisis preliminar de la encuesta es realizado a continuación, con posteriores repercusiones en la política de prevención y promoción de la salud bucal de la población a lo largo de todo el país.

Al día 13 de Febrero de 2007, dieciseis de los veintiocho servicios de salud que prestan atención odontológica en el país entregaron respuesta a la encuesta, sumando 176 clínicas odontológicas (con 457 sillones de atención) de un total aproximado de 1992 puestos de atención dental a nivel nacional.

Los resultados indican un promedio mensual de 40.994 obturaciones de amalgamas para los 457 sillones de atención, con un consumo de mercurio total de 23,4 kg^(*). Es decir, en un año se utilizarían alrededor de 281 kg de mercurio considerando sólo el aporte del 57% del total de servicios odontológicos del país que respondieron a la encuesta.

^(*) Consumo de 0,57g de Hg por obturación. (dato Federación Dental Internacional, FDI)
Contenido de mercurio en amalgama varía dependiendo del profesional que la prepara. Estimación considera el promedio de contenido de Hg por obturación, 1 [g de aleación] : 0,95 [gHg]. Usualmente se utilizan 0,6 g de aleación por obturación.

En tanto, sólo el 42% del total de servicios encuestados ha recibido información respecto al manejo de mercurio y sus riesgos para la salud humana. La siguiente figura muestra el consumo promedio mensual de Hg y la situación de desinformación en la que se encuentran los servicios de salud involucrados:



Fte: Elaboración propia a partir de datos encuesta odontológica.

Figura IV.13 “Consumo promedio mensual de Hg[kg] v/s preparación sobre riesgos del Hg, 2005”

Respecto a las condiciones de ventilación en las clínicas encuestadas, éstas son muy precarias en gran parte de ellas (160 de un total de 176 clínicas), contando sólo con una ventana en el sitio de manipulación y preparación de la amalgama con mercurio.

El uso de amalgamas en cápsulas, que evita todo contacto con mercurio, aún se encuentra muy por debajo del uso de amalgamación con preparación manual, abarcando sólo un 13% del consumo promedio mensual de mercurio por obturaciones.

Por último, más del 80% de los encuestados aseguró contar con filtros atrapa sólidos en los saliveros y eyectores de los equipos odontológicos en los puntos de trabajo, permitiendo la recolección de gran parte de los restos de amalgamas que de otra forma terminarían en el drenaje y sistema de alcantarillado común. Este mercurio atrapado en los filtros es, en su mayoría, recolectado en frascos para su posterior retiro por parte de una empresa externa al establecimiento.

Cabe mencionar, que dentro del uso de mercurio en los servicios odontológicos, debe distinguirse tanto el consumo de mercurio en la preparación de amalgamas dentales (que luego forma parte de la obturación en la boca del paciente), como la cantidad de residuos de mercurio en exceso y restos de amalgamas generados a partir de dicha preparación y, su posterior disposición. Una estimación de estos últimos, no es posible de obtener a partir de la encuesta realizada. Además, es conocida la causa de liberaciones de mercurio a través de la cremación o incineración de cadáveres humanos, obedeciendo la mayor parte del metal liberado a la presencia de empastes dentales con amalgamas de mercurio.

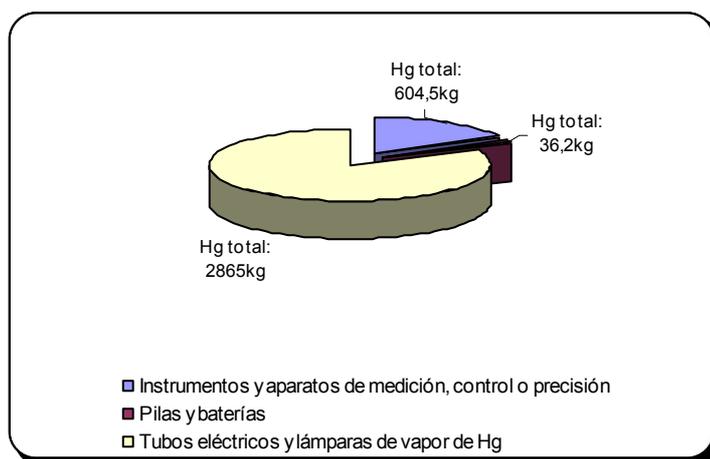
Para mayor detalle de los resultados de la encuesta ver *Anexo G. “Análisis Estadístico Sobre el Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos, 2005”*.

IV.2.3 Productos que contienen mercurio

Las propiedades del mercurio lo hacen de utilidad en una gran variedad de productos de consumo. Sin embargo, cuando estos productos se rompen, el derrame del mercurio contenido aumenta sus posibilidades de formar parte del ciclo global de mercurio y sus concentraciones en los medios ambientales.

Para observar la clasificación de los productos con mercurio utilizados en el país, ver *Anexo H. “Clasificación de productos importados conteniendo Hg”*. Las importaciones de mercurio como producto químico, fueron analizadas anteriormente dentro de los *“Usos del mercurio en Chile”*, ítem IV.2.2.

Durante los años 1997 al 2006, Chile importó alrededor de 3,5 toneladas de mercurio contenido en productos tales como tubos fluorescentes, termómetros y esfigmomanómetros o barómetros de presión. La figura IV.14 muestra los principales productos con contenido de mercurio utilizados en el país y su aporte total en kg de mercurio, a través del análisis de importaciones de estos productos entre los años 1997 a 2006:



Fte: Elaboración propia a partir de datos estadísticos de comercio exterior, PROCHILE.

Figura IV.14 “Importación de Hg en kg, 1997-2005

Los productos involucrados dentro de la glosa “Tubos eléctricos y lámparas de vapor de Hg” son: las lámparas y tubos eléctricos de incandescencia o de descarga, incluidos los faros o unidades sellados y las lámparas y tubos de rayos ultravioletas o infrarrojos; lámparas de arco. Todas de vapor de mercurio o sodio (que también contienen mercurio) y lámparas de halogenuro metálico.

Todas las lámparas y tubos fluorescentes contienen mercurio, pero sus concentraciones varían según el tipo. En promedio, se utilizó un contenido de 7,5mg de Hg en los tubos fluorescentes de mercurio reducido, y de 30mg de Hg en los que no lo son. En el caso de las lámparas de vapor de mercurio, la cantidad de mercurio en ellas depende de su potencia en Watts, se utilizó un contenido promedio de 25mg de Hg para lámparas cuya potencia era menor a 75 Watts y de 225mg de Hg para las de mayor potencia (1500 Watts aprox.). Las lámparas de vapor de sodio, también poseen cierta cantidad de mercurio, 20mg para las de menor potencia y de 145mg de Hg para las de potencia cercana a los 1000 Watts. Las importaciones de este tipo de productos son realizadas principalmente desde Alemania, China, Francia, EEUU y Japón.

Actualmente en Chile, los municipios apuntan al uso de tecnología más eficiente en luminarias, por lo que los focos de mercurio están siendo reemplazados por la tecnología del alumbrado haluro metálico (luz blanca) y del sodio (luz amarilla y con menor contenido de Hg). Esto explica el decrecimiento en las importaciones de lámparas de este tipo y se espera, una cada vez menor, inserción de este tipo de productos al país.

Los productos involucrados en la glosa "pilas y baterías" incluyen a las pilas secas de tensión nominal de 1,5 volts y a las demás. Su contenido promedio de mercurio es de 15mg por unidad. Las importaciones provienen principalmente de EEUU, Alemania y China.

Por último, los productos de la glosa "Instrumentos y aparatos de medición, control o precisión" incluyen a los barómetros y termómetros de líquido de lectura directa y a los demás. El contenido promedio en termómetros es de 1,75g de Hg, mientras que en barómetros es de 40g de Hg. Este tipo de instrumentos proviene en su mayoría de China, EEUU, Inglaterra, Alemania y México.

Todos los contenidos de mercurio fueron aproximados de los rangos de contenido publicados por el departamento de medioambiente del gobierno de Canadá. Cabe mencionar que una pequeña porción de los productos importados vuelve a exportarse, siendo Chile sólo un país paso y trasbordo. Para un mayor detalle de las importaciones y exportaciones de productos conteniendo mercurio ver *Anexo K. "Importaciones y Exportaciones de Productos con Mercurio"*.

Por otra parte, existe una gran variedad de medicamentos con mercurio dentro de su composición, tales como remedios antisépticos, soluciones nasales y oftalmológicas y medicamentos de uso ginecológico. Muchos países ya han optado por su prohibición debido a los evidentes efectos negativos a su exposición, sin embargo en Chile, aún es posible conseguir algunos de ellos. Según disponibilidad en farmacias y considerando al mercurio como componente activo, estos son:

- 1) "Pomada Amarilla-Nicolich-Saval". *Antiséptico ocular. Composición:* cada 100g de pomada contiene óxido amarillo de mercurio 2g (2%). *Precauciones:* No se debe aplicar en la mucosa, sino en la zona de los párpados. En caso de alergia discontinuar su uso. *Interacciones:* Los derivados mercuriales son incompatibles con derivados iodados debido a la formación de sales mercuriales irritantes.

- 2) “Desarrollo de IFD”. *Antiséptico*. *Precauciones*: No se han descrito problemas en personas adultas; en niños no se recomienda su uso debido a que puede producir acrodinia. *Interacciones*: Preparaciones tópicas que contengan yodo o azufre.
- 3) “Metapio”. *Antiséptico, desinfectante*. *Composición*: mercurio-cromo o merbromina, conjunto inorgánico insoluble. *Precauciones*: Una sobredosis puede producir intoxicación.
- 4) Compuesto “*Timerosal*”. *Antisépticos, antialérgicos y descongestivos oftálmicos*. *Composición*: derivado del mercurio (etilmercurio), 49% mercurio.

Respecto al uso de plaguicidas conteniendo mercurio, no es posible asegurar su eliminación dentro de las prácticas agrícolas del país. Sin embargo, la “*Resolución N° 996 de 1993, SAG*”, prohíbe la importación, fabricación, distribución, venta y uso de plaguicidas agrícolas que contengan sales orgánicas o inorgánicas de mercurio, por lo que su uso se encuentra regulado desde entonces.

IV.2.3.1 Mercurio en Instalaciones de Atención de Salud

El uso de instrumentos con contenido de mercurio en recintos hospitalarios, expone a una gran cantidad de personas a los peligros latentes de un derrame provocado por la ruptura de estos productos.

En Chile, principalmente se utilizan instrumentos y equipos de medición y control conteniendo mercurio, tales como termómetros de temperatura y esfigmomanómetros de presión sanguínea que, una vez desechados o fuera de uso, forman parte de la gran cantidad de residuos hospitalarios generados por los servicios de atención a lo largo de todo el país.

Debido a la necesidad de responder a las obligaciones éticas de la atención de salud y motivado por el presente trabajo de investigación, la Unidad de Salud Ocupacional, perteneciente a la Subsecretaría de Redes Asistenciales del Ministerio de Salud del país, confeccionó una encuesta con el fin de conocer el uso de instrumentos que contienen mercurio y su disposición en los servicios de salud del país. (ver *Anexo L. “Encuesta sobre Uso de Instrumentos que Contienen Mercurio en los Servicios de Salud”*).

Al 25 de Febrero del presente año, veintiuno de los veintiocho servicios de salud, dieron respuesta a la encuesta con un total de veintinueve establecimientos de salud que incluyen hospitales base y otros de menor tamaño.

Se informó de un total de 119.845 unidades de termómetros adquiridos durante el año 2005, equivalente a 210 kg de Hg aproximadamente, considerando un contenido promedio de 1,75g de Hg por unidad. Respecto al uso de esfigmomanómetros, su adquisición durante el año 2005 alcanzó un valor de 718 unidades con un promedio de 29kg de Hg contenido (40g de Hg por unidad). Claramente, la adquisición de esfigmomanómetros de presión es muy inferior a la de termómetros, pues su índice de deterioro y ruptura es notoriamente menor. Sin embargo, el contenido de mercurio en este tipo de equipos, hace necesario su estudio y posterior regulación.

La adquisición de instrumental digital en reemplazo de los que contienen mercurio es todavía muy escasa. En el año 2005 se adquirieron cerca de 43 termómetros digitales y 59 esfigmomanómetros digitales muchos de los cuales fueron adquiridos por un mismo establecimiento.

Respecto al índice de ruptura y posibles derrames de mercurio en los servicios de atención hospitalaria, sólo un 48% del total de encuestados cuenta con registros de ruptura del instrumental y equipos con mercurio, mientras que un 38% dice contar con un lugar específico para el almacenamiento de los desechos.

La distribución de instrumental por servicios clínicos indica que los mayores índices de ruptura (sistema de reposición por quebrados o desechados) se ocasionan en servicios con alta rotación de pacientes tales como cirugía, emergencia, medicina, neonatología y maternidad, sala de especialidades médicas, entre otros. Es importante considerar el estado o nivel de conciencia en el que se encuentra el paciente para identificar los servicios con mayores posibilidades de derrame de mercurio, particularmente en el caso de los termómetros de temperatura corporal (por ejemplo, en los servicios de emergencia), pues el equipo de medición y control de presión (esfigmomanómetro) es de exclusiva manipulación del personal del establecimiento y su ruptura depende mayoritariamente de éste.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos a partir de la encuesta sobre uso de mercurio en los servicios de salud, ver *Anexo M. “Análisis Estadístico Sobre el Uso de Instrumentos con Mercurio en los Servicios de Salud, 2005”*.

IV.2.4 Disposición de residuos con contenido de mercurio

IV.2.4.1 Depósitos de residuos mineros

Los procesos de extracción y recuperación de la actividad minera generan residuos masivos provenientes del proceso de recuperación del metal valioso (relaves, escorias) y los que aún no han entrado al proceso de beneficio (estéril).

Debido a que, la existencia de antiguos yacimientos de Hg y su uso en la pequeña minería aurífera se concentra principalmente en la III y IV regiones del país, la presencia de depósitos conteniendo mercurio provenientes de la actividad minera existen mayoritariamente en dicha zona. El *Anexo N. “Catastro Depósitos de Residuos Mineros, III y IV Región”* muestra la existencia de 213 depósitos de residuos mineros de diversos orígenes en la III Región y de 422 en la IV, muchos de los cuales presentan importantes concentraciones de Hg (por ejemplo, concentraciones de 105 y 65 [mg de Hg/kg de relave] en 2 plantas de la III Región de Atacama^[31]).

Un estudio de los tranques de relave de plantas de amalgamación, en zonas cercanas a suelos agrícolas y al río Copiapó, indican un nivel de contaminación importante de mercurio alcanzando valores promedios sobre 1000 g/ton (con un valor máximo de 4500 g/ton) y un promedio de 100 g/ton en los tranques actualmente en uso^[34] (ver fotografías de diversos depósitos de residuos mineros de la zona y de la IV región en *Anexo N. “Catastro Depósitos de Residuos Mineros, III y IV Región”*).

Se conoce la existencia de sitios contaminados con mercurio ubicados en el límite de las regiones VII y VIII (comuna Coihueco, Ñuble), producto de la actividad minera (con amalgamación de oro) de las plantas existentes en la zona durante los años '80. Sin embargo, al cierre de este trabajo, no fue posible verificar en terreno la existencia de estos sitios.

IV.2.4.2 Depósitos de residuos Sector Salud

IV.2.4.2.1 Disposición de mercurio y restos de amalgamas dentales

La encuesta realizada por el departamento de Salud Bucal del Ministerio de Salud del país, entrega ciertas directrices acerca de la disposición final de los residuos de mercurio generados en los servicios odontológicos a lo largo de Chile.

De los restos de mercurio y/o de amalgamas eliminadas, más del 50% de los encuestados aseguró recolectar los desechos en frascos sellados y almacenarlos en bodegas fuera de la clínica de atención. El resto de los servicios dispone los desechos en frascos que la empresa externa “*Ecología Dental*”^(*), única en su rubro, retira para su refinación y posterior devolución a los servicios como mercurio purificado (cantidad de Hg reciclado no fue contabilizado como parte de las cifras de consumo de Hg como producto químico para el sector). Existe el caso particular del Consultorio Coihueco, perteneciente al Serv. de Salud de Ñuble, en donde se informó de la incineración de los desechos con mercurio.

La estimación de la cantidad de residuos con mercurio generados en un servicio odontológico depende de las características de éste y, en particular, de la cantidad de obturaciones realizadas y el manejo adecuado en la preparación de la amalgamas dentales.

IV.2.4.2.2 Disposición de desechos con mercurio de recintos hospitalarios

Un 38% del total de encuestados, asegura contar con un lugar de disposición específico para los productos con contenido de mercurio que ya no se encuentran en funcionamiento por su ruptura o deterioro. Sin embargo, muchos de estos lugares de confinamiento, no cuentan con las condiciones óptimas para la disposición de material roto con contenido de mercurio o de mercurio líquido propiamente tal. Es el caso de su disposición en frascos de vidrio (por su fácil rompimiento y posible derramamiento) dentro de la Unidad de Equipos médicos del establecimiento.

^(*) “Ecología Dental” posee más de 15 años reciclando las amalgamas de los servicios dentales desde la IV a IX regiones, con un promedio de retiro anual de 100 grs/año de desechos por consultorio dependiendo de la envergadura del servicio. La refinación se lleva a cabo en la comuna de Renca. Comunicación personal: Mauricio Carrasco Frasier, Director “Ecología Dental”.

Una situación aún más preocupante es la descrita por cinco de los veintinueve encuestados que informaron llevar los restos de mercurio y termómetros quebrados, junto a los residuos de material cortopunzante, al incinerador del establecimiento.

Un caso particular, es el del servicio de salud de Antofagasta quien informó el retiro de los residuos con mercurio, por parte del camión municipal recolector de basura y, en consecuencia, su posterior disposición en el vertedero municipal correspondiente.

IV.2.4.3 Depósitos de filtración celulosa CMPC

La filtración de mercurio producida en el emplazamiento de la antigua planta de cloro de la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones “CMPC” (Planta Laja, provincia de Bío Bío, VIII región) en Abril de 2006, provocó la contaminación de más de 15 toneladas de las tierras con mercurio. En el área donde funcionó la planta de cloro algunas muestras de tierra presentaron 10[g de Hg/kg].

La empresa presentó un plan de manejo que incluyó el traslado de las tierras contaminadas al relleno sanitario para residuos industriales Hidronor, en la Región Metropolitana con el fin de dejar inerte al mercurio

V. Normativa aplicable

La normativa aplicable a la gestión y control del mercurio debe incluir medidas que cubran todas las fases del ciclo de vida de los productos y procesos que lo contienen, así como del control de las liberaciones provenientes de las materias primas y su explotación. Esto, con el objeto de reducir y/o prevenir la liberación de mercurio al medio ambiente y disminuir sus efectos en la salud humana y el medio ambiente en el que se libera.

Para ver detalles de la normativa aplicable al mercurio, revisar el cuadro O.1, en Anexo O. "*Normativa Aplicable*", donde se presenta un resumen de los valores límites permitidos para los diversos medios en que se encuentra presente el mercurio según el país que lo norma.

Por otra parte, este tipo de contaminación provoca importantes efectos en el plano local, nacional, regional y mundial. Dichos efectos se pueden combatir mediante un conjunto de medidas en cada uno de esos planos. De acuerdo a lo anterior, numerosas medidas adoptadas en Europa, América del Norte y otras regiones han logrado reducir en parte, los usos y las liberaciones de mercurio.

El presente capítulo muestra un resumen de los instrumentos legales nacionales e internacionales que los países, incluido Chile, han aplicado para enfrentar la problemática del mercurio.

V.1 Iniciativas Internacionales

Chile está comprometido con la Agenda Química Internacional y con otras temáticas globales de preocupación ambiental emanadas de los acuerdos comerciales adquiridos con EEUU, Unión Europea y Canadá, que incluyen estándares impuestos por estas potencias, y a los que Chile deberá dar cumplimiento. La ratificación de éstos por el Congreso Nacional, promulgados por el Presidente de la República, y publicados en el Diario Oficial, adquiere el valor de Ley de la República.

V.1.1 Acuerdos e Instrumentos

Habitualmente, los acuerdos e instrumentos internacionales exigen la aplicación de medidas específicas a los distintos países que los ratifican. Existen principalmente cinco acuerdos o instrumentos internacionales (Convenios: LRTAP; OSPAR, Helsinki, Basilea y Róterdam), que contienen disposiciones relativas al mercurio. Para más detalles ver cuadro O.2 en Anexo O. “*Normativa Aplicable*”.

A continuación se describen los Convenios que Chile ha ratificado:

1. **Convenio de Basilea** sobre el “Control de Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación”. Su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los efectos adversos que puedan resultar de la generación, movimientos transfronterizos y gestión de los residuos peligrosos. El decreto que promulga y ordena su cumplimiento como Ley de la República, es el D.S. N°685 de 1992 de RR.EE. (D.O. 13/10/92).

Este Convenio considera dentro de los desechos peligrosos a los que contengan mercurio o estén contaminados por mercurio o sus compuestos. Los movimientos transfronterizos de estos desechos (exportación para su reutilización, reciclado y/o su eliminación final y a los que requieren gestionarse localmente) deben controlarse conforme a las obligaciones del Convenio.

2. **Convenio de Róterdam** sobre el “Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos a objeto de comercio internacional”. Este Convenio tiene la particularidad de proporcionar a los países importadores y exportadores, un primer aviso sobre ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos que ingresarían o saldrían de sus territorios. Fue ratificado por Chile en enero del año 2005.

Hoy en día, los compuestos inorgánicos de mercurio, los compuestos alquílicos de mercurio, los compuestos alcoxialquílicos y arílicos de mercurio, usados como plaguicidas, están incluidos en el Convenio. El Convenio de Róterdam garantiza que no existe comercio internacional si una parte importadora decide prohibir la utilización de los compuestos mencionados para su uso como plaguicidas, pero no hace recomendaciones respecto a la reducción o eliminación de los mismos, ni se aplica al mercurio destinado a su uso industrial.

3. **El Convenio de Estocolmo** sobre “Contaminantes Orgánicos Persistentes” (COPs), que tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los Contaminantes Orgánicos Persistentes (Art.1). Chile lo ratificó en enero del año 2005.

Este Convenio no incluye al mercurio directamente, sin embargo, previo a su entrada en vigor, se ha instado a los Estados a hacer una labor preparatoria para incluir al mercurio dentro de los contaminantes.

V.1.2 Programas e Iniciativas Mundiales y Voluntarias

Como se vio anteriormente, la gestión ambiental realizada mediante acuerdos e instrumentos internacionales, constituye sólo una fracción de las diversas acciones destinadas a combatir los efectos nocivos de éste en la salud humana y el medio ambiente. En ese sentido, existen varios programas y organizaciones internacionales que poseen actividades dirigidas a investigar, evaluar e informar respecto de los riesgos que provoca la presencia y exposición al mercurio.

Para ver en detalle las actividades desarrolladas por los programas u organizaciones internacionales ver cuadro O.3 en Anexo O. “*Normativa Aplicable*”.

V.1.3 Normativa de la Unión Europea

Varios de los países pertenecientes a la Unión Europea, son responsables de gran parte de las emisiones de mercurio producidas en Europa y con consecuencias en otras regiones del mundo. La legislación vigente respecto al uso y liberaciones de mercurio, debe ser respetada por los 27 países miembros^(*) y cubren prácticamente el ciclo completo del mercurio en el medio ambiente, regulando sus fuentes puntuales de emisión al agua; la incineración de desechos; la prevención y control de la contaminación; la producción de cloro-álcali o cloro soda; baterías; sustancias y preparaciones peligrosas; cosméticos; embalajes y desechos de embalaje; plaguicidas; y vehículos cuyos materiales y componentes no deben contener mercurio.

^(*)Países miembros a Enero 2007: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania y Suecia.

Para un mayor detalle de la legislación sobre el mercurio en la Comunidad Europea, ver cuadro O.4 en Anexo O. “*Normativa Aplicable*”.

Asimismo, la Comunidad Europea emitió en enero del año 2005 la “Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo” de la “Estrategia comunitaria sobre el Mercurio” que cuenta con veinte medidas (ver medidas en cuadro O.5 en Anexo O. “*Normativa Aplicable*”) destinadas a concretar el objetivo fundamental de ésta: la reducción de los niveles de mercurio en el medio ambiente y la exposición de los seres humanos, especialmente a través de la ingesta de metilmercurio en pescados.

V.1.4 Normativa en Canadá, Estados Unidos y México

En el año 1994, Canadá, Estados Unidos y México crearon la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), en virtud del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN). El propósito de la CCA es ocuparse de los asuntos ambientales comunes, promover la aplicación de la legislación ambiental y prevenir posibles conflictos comerciales derivados de dicha legislación.

Mediante la Resolución de Consejo 95-5, sobre la Gestión Racional de Sustancias Químicas de la CCA, se elaboraron cuatro programas de acción regionales, dentro de los cuales se encuentra un Plan de Acción Regional de América del Norte (PARAN) sobre el Mercurio para conseguir la reducción de sus liberaciones antropogénicas y así alcanzar niveles atribuibles a flujos naturales de mercurio. Asimismo, otorga una vía para encauzar la gestión ambiental del metal en los países que lo suscriben (Canadá, Estados Unidos y México). Sin embargo, éste no impide que cada país adopte medidas particulares para dar cumplimiento, por ejemplo, a los plazos y metas en la reducción y eliminación de las emisiones antropogénicas de mercurio. En otras palabras, aunque el PARAN no es jurídicamente vinculante (obligatorio), existe un compromiso nacional por parte de los países del ACAAN que garantiza la reducción de la contaminación por mercurio en ellos.

La fase II del PARAN, establece la realización de seis actividades y recomienda acciones específicas para lograr la disminución y control de los riesgos a la exposición del mercurio. (Para mayor detalle ver cuadro O.6 en Anexo O. “*Normativa Aplicable*”).

V.2 Normativa en Chile

La normativa de regulación y control del mercurio en Chile, corresponde a medidas aplicables en forma indirecta y, por lo tanto, no resuelven la problemática de este contaminante en su conjunto. De todas maneras, a continuación se describen las principales normativas vigentes asociadas al mercurio (Para más detalles, revisar el Cuadro O.7 en Anexo O. “Normativa Aplicable”):

- i. Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. **DS 148/03 MINSAL, Diario Oficial: 16/06/2004 - TRANSPORTE**. Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos. A pesar de que el mercurio se encuentra dentro del reglamento como un residuo peligroso, no es obligación su detección y medición para la aplicación de las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas.
- ii. Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. **DS 90/00 MINSEGPRES Diario Oficial: 07/03/2001**. Establece los límites máximos para descargas de residuos líquidos a aguas continentales superficiales y marinas.
- iii. Norma de Emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. **DS 46/02 MINSEGPRES, Diario Oficial: 17/01/2003**. Establece las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlos.
- iv. Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillados. **DS 609/98 MOP, Diario Oficial: 20/07/1998**. Establece la cantidad máxima de contaminante permitida para los residuos industriales líquidos, descargados por los establecimientos industriales a los servicios públicos de recolección de aguas servidas, de tipo unitario o separado.
- v. Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en Los Lugares de Trabajo. **DS 594/99. Ministerio de Salud, Diario Oficial: 29/04/2000**. Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo y los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos.

- vi. **D.S. MINSAL 138/05**, establece la obligación de entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes: calderas generadoras de vapor y/o agua caliente; producción de celulosa; fundiciones primarias y secundarias; centrales termoeléctricas; producción de cemento, cal o yeso; producción de vidrio; producción de cerámica; siderurgia; petroquímica, asfaltos y equipos electrógenos. Aquí se incluyen los vapores de mercurio.

A pesar de los avances anteriores, y tal como se comentó anteriormente, las autoridades ambientales del país, aún no consideran al mercurio como una sustancia de gran prioridad dentro de la agenda química nacional. Lo anterior, porque aún no existe conciencia de la problemática real que genera la presencia de este contaminante en los seres humanos y en el medio ambiente, así como se desconoce cuáles son los usos y los consumos que tiene el país y la cantidad de sitios contaminados con mercurio que pudiesen existir.

En el contexto anterior, Chile debe conocer la dimensión del problema y, posteriormente, definir un programa integrado de la gestión de mercurio que cubra a todo el país e integre diversos ámbitos de acción.

Al respecto, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), junto a representantes del sector público, privado, académico y ONGs se encuentran elaborando el diseño de una nueva herramienta de gestión ambiental, el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), acogiendo las recomendaciones del “*Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*” (PNUMA) y los acuerdos sobre cooperación ambiental establecidos en el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos. En el presente año, dicho registro incorporará al mercurio para la elaboración de un inventario público de emisiones y transferencia de la sustancia, la identificación del establecimiento o fuente del contaminante, los efectos sobre la salud y el medio ambiente y, sus usos más comunes incluyendo productos y procesos productivos que lo emplean.

VI. Consideraciones para el Manejo Ambiental del Hg

La ejecución de prácticas ambientales dirigidas a prevenir, mitigar, controlar y corregir los efectos nocivos del mercurio en la salud humana y el medio ambiente, incluye la implementación de sistemas de información ambiental, a fin de cumplir con la legislación ambiental y garantizar que se alcancen los estándares adquiridos en los Convenios Internacionales ratificados por el país.

El presente capítulo, da a conocer información e iniciativas destinadas al mejoramiento del manejo del mercurio con posible aplicación en el país.

VI.1 Sustitución del mercurio

Fomentar la sustitución de productos de mercurio y de procesos que lo utilizan, por otros libres de la aplicación del metal, ayuda progresivamente al grave problema de contaminación global que actualmente provoca el mercurio en el ambiente y en los humanos que se ven expuestos a él.

Experiencias extranjeras, como la de muchos países europeos, son un claro ejemplo de potenciales logros en la disminución de las liberaciones de mercurio gracias a una estrategia de sustitución bien ejecutada. El cuadro P.1 en *Anexo P. "Consideraciones para el Manejo Ambiental del Mercurio en Chile"*, resume los principales usos del mercurio y sus posibles alternativas y/o sustitutos, utilizados exitosamente en Europa.

Actualmente, existen alternativas para prácticamente todas las aplicaciones de mercurio. Desde el punto de vista económico, el costo de las medidas de sustitución comparado al costo de mitigar y reparar los daños ocasionados por un posible daño ecológico por el uso indebido del mercurio, hacen de esta opción una vía económicamente viable.^[1]

VI.2 Gestión de desechos con mercurio

Existen variadas formas de disposición de los desechos de mercurio dependiendo del país y la procedencia de éstos. En todas sus formas, los desechos con mercurio constituyen una fuente importante de emisiones tanto en el aire, como en el medio acuático y terrestre.

En Chile, las principales emisiones de mercurio en el aire, provenientes de desechos con contenido de mercurio, se deben a liberaciones difusas de productos de desecho no recolectado y en vertederos establecidos (lámparas fluorescentes, pilas, termómetros, dientes extraídos con obturaciones de amalgamas, etc), y de la combustión de carbón con contenidos traza de mercurio. Un caso particular lo representa el uso de mercurio en los servicios de atención médica y odontológica y sus emisiones al aire de los productos con mercurio enviados a incineradores junto al material cortopunzante y otros desechos médicos (un informe sobre mercurio al Congreso de los Estados Unidos señala a los incineradores de residuos médicos como la segunda fuente emisora de mercurio)^[39].

Las emisiones de mercurio en medios acuáticos, se producen principalmente de las descargas industriales, de los sistemas de depuración de aguas residuales, escorrentía de vertederos informales en tierra y del lixiviado de vertederos sin membranas colectoras ni sistemas de depuración.

Por último, las liberaciones de mercurio al medio terrestre provienen de la eliminación informal de productos de desecho no recolectado (pilas, termómetros, entre otros), de las liberaciones locales de la industria, y de los residuos sólidos de la incineración de desechos en su mayoría.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) elaboró una serie de medidas de prevención y control de los desechos con contenido de mercurio con el fin de disminuir o eliminar las liberaciones del metal provenientes de estos. (Ver cuadro P.2 en *Anexo P. "Consideraciones para el Manejo Ambiental del Mercurio en Chile"*).

VI.3 Buenas prácticas del uso de mercurio en Chile

VI.3.1 Manejo del mercurio en la pequeña minería

El instructivo "Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Pequeña Minería, Manejo del Mercurio" elaborado en conjunto por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania y la Sociedad Nacional de Minería, entrega información clara y detallada de cómo evitar o minimizar la contaminación ambiental con mercurio ante su uso en la amalgamación principalmente para la obtención de oro en la pequeña minería del país. Además de enseñar

las precauciones a tomar durante la operación de la amalgamación y manejo del mercurio, el instructivo indica diversas alternativas para controlar y mejorar su uso (por ejemplo: la amalgamación en concentradores gravitacionales, uso de retortas, trampas de mercurio y reactivación de mercurio para su reutilización)^(*).

VI.3.2 Manejo de derrames de mercurio en servicios hospitalarios

El Ministerio de Salud, a través de la Subsecretaría de Redes Asistenciales de la División de Gestión y Desarrollo de las Personas y su Unidad de Salud Ocupacional, desarrolló un “*Protocolo de Limpieza de Pequeños Derrames de Mercurio*” dentro del marco de la encuesta sobre el “*Uso de Mercurio en los Establecimientos de Salud*” y su plan de cuidado de la salud ambientalmente responsable. (Ver Protocolo de Limpieza en *Anexo Q. “Manejo de Derrames de Mercurio en Sector Salud, Chile”*).

El instructivo de limpieza mencionado anteriormente, está dirigido a los Servicios Clínicos del país en que se utilizan instrumentos que contengan mercurio (termómetros y esfigmomanómetros principalmente). Se presta principal atención a implementar el procedimiento en Servicios como Neonatología y Prematuros en que, en muchos casos, los termómetros están instalados al interior de las incubadoras o cunas.

La distribución del instructivo será realizada por el Prevencionista de Riesgos del Servicio de Salud y/o Hospital Base a las Jefaturas de Enfermería y Comités Paritarios con el fin de asegurar el traspaso de la información al personal de aseo que recuperará los derrames. Cabe mencionar que en muchos casos, el personal de aseo que se encargará de hacer efectivas las instrucciones del protocolo, pertenece a empresas externas al establecimiento, por lo que dichas empresas deberán conocer el protocolo al momento de hacer el contrato con Recursos Físicos del Servicio de Salud correspondiente.

^(*)**Retortas:** recipiente diseñado para destilar la amalgama y recuperar el mercurio condensado. Posee mecanismo de cierre hermético con tubos en la parte superior e inferior que sirve como condensador.

Trampas de Hg: Sistemas diseñados para minimizar la contaminación con mercurio en suelos y aguas. Pueden ser cajones dispuestos en la descarga de las colas; hidráulicas con flujo de agua en contracorriente al fuljo de las colas; o canaletas revestidas con telas para la retención del Hg.

Reactivación de Hg: método de limpieza en que el mercurio se puede pasar través de una tela, lavar con detergente común, cal o ácido clorhídrico diluido, o destilar en una retorta para eliminar contaminantes no volátiles.

VI.3.3 Manejo de residuos en la industria química

El “*Acuerdo de Producción Limpia*” (APL) adquirido por las empresas químicas de la región Metropolitana en 1999, incentiva a la minimización de la disposición de envases de sustancias y productos químicos, el manejo responsable de envases usados (con sustancias peligrosas y las que no), y metas de disminución de cromo y mercurio en la industria de pintura.

Gracias al APL mencionado, en la actualidad no se registra el uso de sales de mercurio en la fabricación de pinturas, por su oportuno reemplazo con biocidas orgánicos, la comercialización de las pinturas que contienen sales de mercurio fue discontinuada y, se cuenta con un manejo adecuado de los residuos y envases para desechos de la industria química.

VI.4 Recursos para un buen manejo ambiental del mercurio en Chile

Como ya ha sido mencionado anteriormente, durante este año se desarrollará en el país, el “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*”. La ejecución de éste, mediante la Comisión Nacional del Medio Ambiente, no sólo cuenta con el apoyo de capital extranjero (PNUMA), sino que además cuenta con el apoyo de gran parte de los sectores involucrados. Los avances realizados hasta el día de hoy son el punto de partida para esta enorme labor.

El “*Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*” (RETC) en su papel de instrumento de reporte de sustancias químicas que cierto tipo de industria emite al aire, agua y suelo durante todo el proceso de manufactura y que puedan ocasionar impactos a la salud humana y al ambiente, cuenta con 120 contaminantes de los que se confeccionará un inventario público de emisiones y transferencia, incluido el mercurio. Esto, permitirá al “*Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile*” tener la capacidad de hacer uso de un toolkit (herramienta diseñada por PNUMA) que incluye además de las liberaciones, los usos y productos que utilizan al contaminante, tarea que ha sido abordada en el presente trabajo.

Por otra parte, el estudio del “*Desarrollo de una Metodología para la Implementación de un Catastro Priorizado de Sitios Contaminados con COPs*”, ejecutado bajo la coordinación de Fundación Chile dentro del marco del “*Desarrollo de un Plan Nacional de Implamentación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Chile*” en el año 2004, permitirá al “**Programa Nacional de Gestión Ambiental de Mercurio en Chile**” contar con los factores de aplicación pertinentes al mercurio, especialmente considerando y adelantándose a la futura inserción de los compuestos orgánicos de mercurio dentro de los COPs abordados por el “*Convenio de Estocolmo*”. El estudio, además de desarrollar herramientas para la identificación, priorización y evaluación de los sitios contaminados con COPs, entrega una recopilación de alternativas de remediación de sitios, aspecto de gran relevancia en la gestión de los desechos de mercurio y el considerable aporte de éstos a la contaminación por mercurio a nivel mundial.

VII. Conclusiones

La conclusión principal de este trabajo es haber dimensionado la problemática del mercurio en el país. Lo anterior a través de la identificación y caracterización de las principales fuentes de liberación del mercurio y en algunos casos de la cuantificación de éstas. De esta manera, este trabajo será un aporte para el futuro desarrollo de un programa nacional de manejo de mercurio, el cual permitirá realizar una gestión ambiental responsable en este tema.

La presencia natural de mercurio en el país se encuentra tanto en sus costas (que se extienden aproximadamente en 4.080Km.) como en sus suelos, evidenciando un mayor riesgo de contaminación en la zona norte. Particularmente, las III y IV Regiones poseen un alto contenido de mercurio en sus suelos y costas, mientras que la V y VIII Regiones lo hacen por el contenido de mercurio en sus sedimentos marinos.

Respecto a las fuentes antropogénicas de mercurio en el país, se identificaron los procesos que lo utilizan, los usos y productos que lo contienen y los sitios con posible contaminación por el metal. Dentro de los principales procesos que utilizan mercurio, sólo la combustión de combustibles fósiles con contenidos traza de mercurio (como el carbón) aún se efectúa, con casi un 85% de consumo de carbón por parte de los centros de transformación y alrededor del 16% por la industria principalmente cementera. La explotación del mercurio data el receso de sus faenas desde 1958 aproximadamente, mientras que las industrias de cloro-soda y celulosa modificaron sus procesos para evitar la utilización de mercurio desde hace más de 10 años en el caso de esta última. Sin embargo, en la actualidad aún existen vestigios la antigua explotación minera del mercurio y su uso en los procesos antes mencionados.

Acerca a los datos obtenidos en el centro de información de comercio exterior, PROCHILE, entre los años 1997 y 2006 ingresaron al país alrededor de 23 toneladas de mercurio como producto químico. Prácticamente, la mitad de éste fue destinada a su uso en minería, particularmente en la pequeña minería del oro de la III y IV Regiones, donde se utiliza al mercurio dentro del proceso de amalgamación para la obtención de oro. El resto del mercurio importado se distribuye entre fines científico tecnológicos, servicios de ingeniería, uso comercial e industrial y como insumo para los servicios de salud que utilizan al mercurio en la fabricación de amalgamas dentales. Se obtuvo un promedio de 23kg de consumo de

mercurio durante el año 2005, sólo en el 10% de los servicios dentales que realizan obturaciones con mercurio a lo largo del país.

Los principales productos con contenido de mercurio introducidos al país para su uso, entre 1997-2006, son los tubos eléctricos y lámparas de vapor de Hg con un aporte de mercurio en peso 82%; instrumentos y aparatos de medición, control y precisión con un 17% del total del mercurio en peso; y las pilas y baterías que representan sólo el 1%. En total ingresaron al país 3,5 toneladas de mercurio en productos que lo contienen entre dichos años. Además, se identificó la presencia en el mercado de, al menos, cuatro productos farmacológicos con fines antisépticos que contienen mercurio dentro de su composición.

El análisis particular del uso de productos con contenido de mercurio se realizó en los servicios de atención hospitalaria del país, por considerarse un sector de alto riesgo a la exposición de mercurio por derrames y disposición de desechos. Dicho sector, durante el año 2005 registró la adquisición de alrededor de 240kg de mercurio contenido en termómetros y aparatos de presión (esfigmomanómetros). Esto considerando sólo veintiuno de los veintiocho servicios de salud a nivel nacional. Esta cifra no considera el mercurio ya existente en dichos servicios.

El estudio de la disposición de desechos con contenido de mercurio provenientes de la actividad minera, su uso en amalgamas dentales, instrumentos de uso médico e industrias que lo utilizan (celulosa) permite calificar la situación como preocupante, particularmente por la gran cantidad de depósitos mineros con alto contenido de mercurio en la III y IV Regiones y el nivel de desinformación que posee el sector salud respecto a la disposición adecuada de desechos con contenidos contaminantes de esta naturaleza.

En cuanto al estudio de la normativa aplicable al mercurio, la situación internacional indica que, para un manejo adecuado y responsable del contaminante, las leyes o normas que lo controlen deben abarcar todo el ciclo de vida de los productos y procesos que lo contienen. Esta gestión integrada del mercurio y sus desechos es aplicada tanto por la normativa de la Unión Europea como por la normativa estudiada en el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (Canadá, México y Estados Unidos). Sin embargo, situación predecible, Chile no cuenta con una legislación acabada que permita la regulación del mercurio desde la obtención en su origen hasta su disposición final como residuo. Iniciativas recientes como la creación del Registro de Emisiones y Transferencia y, la creciente incorporación del país en la

suscripción de acuerdos ambientales internacionales permitirá revertir esta situación a corto y mediano plazo.

La literatura internacional muestra la existencia de diversas y novedosas alternativas y sustitutos al uso de mercurio en productos y procesos que actualmente lo utilizan. Adicionalmente, existe suficiente información respecto a un manejo racional de este metal que tiene como fin prevenir y controlar los efectos nocivos que el mercurio provoca en la salud humana y el medio ambiente. En otras palabras, existe información necesaria para ser empleada en la concientización, sensibilización y educación de un manejo ambiental adecuado del mercurio y, asimismo, la reciente aparición de instructivos y el desarrollo de buenas prácticas en el manejo del mercurio en diversos sectores del país, también contribuyen a desarrollar dicha tarea.

Finalmente, la creciente preocupación nacional respecto al tema, unida a la ya consolidada labor mundial por el control y prevención de las liberaciones de mercurio al medio ambiente, permiten a Chile contar con una serie de recursos gubernamentales que harán posible su apropiada gestión ambiental en un corto a mediano plazo.

VIII. Recomendaciones

No cabe duda que la información sobre el estado general del medio ambiente debe ser pública, al igual que los efectos causados por el uso indiscriminado de ciertos productos que causan finalmente contaminación por estos. En general, en nuestro país, el desconocimiento respecto a los efectos nocivos causados por el mercurio hace que su manejo sea inapropiado en gran parte de los sectores que lo utilizan.

En el caso de la pequeña minería del oro, mientras esta exista, habrá uso de mercurio dentro de su proceso y, lamentablemente, de forma irresponsable. Ya sea porque la amalgamación con mercurio resulta una técnica sencilla y de gran efectividad para recuperar el oro, o por factores culturales que llevan a los pequeños mineros artesanales a desechar cualquier tipo de medida de protección por mínima que esta sea.

La situación en recintos de atención hospitalaria y servicios odontológicos no es muy distinta. Frecuentemente, los derrames de mercurio por rupturas de termómetros o por mala manipulación en la preparación de amalgamas dentales, son manejados de forma inapropiada. No se realiza una correcta limpieza de esos pequeños derrames y, en algunos casos, es vertido a las alcantarillas, a la basura común, o es incinerado junto al resto de los desechos del recinto. Además, es recomendable el estudio de otros instrumentos médicos con contenido de mercurio como son los dilatadores de esófago y tubos gastrointestinales.

Ante esta situación, ya se están realizando ciertos avances, como la elaboración de un protocolo de manejo de pequeños derrames en servicios de salud, por parte del Ministerio de Salud, o el desarrollo de una guía de buenas prácticas ambientales para la pequeña minería y el manejo del mercurio, por parte del Servicio Nacional de Geología y Minería. Sin embargo, estas medidas no surtirán efecto si no son acompañadas de una adecuada educación ciudadana en el tema que genere conciencia respecto a los peligros latentes de la contaminación por mercurio y cómo podemos contribuir a su prevención y control.

En definitiva, este, como cualquier otro tema de carácter ambiental, requiere de la participación conjunta de todos los actores involucrados, es decir, de todos. Una visión de conjunto, con sectores públicos y privados integrados en la idea de crecimiento libre de contaminación, permitirá que dicho crecimiento sea sustentable y beneficioso para todas las partes.

IX. Referencias

- [1] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA Productos Químicos, “*Evaluación mundial sobre el mercurio*”, Ginebra, Suiza, 288 pp. Dic 2002.
- [2] Brooks Ned T., Lennett David, “*Overview of Mercury Sources, Uses, Releases and Cycling*”, United Nations Environmental Programme Mercury Workshop, Sept. 2004, Buenos Aires Argentina. Disponible En:
<http://www.chem.unep.ch/MERCURY/workshops/Buenos-Aires-proceedings-final.pdf>. (Última visita: 10 de Enero de 2007).
- [3] Wiener James G., Krabbenhoft David P., Gary H. Heinz y Anton M. Scheuhammer, “*Handbook of Ecotoxicology*”, Sección II. Contaminant Sources and Effects, Ecotoxicology of Mercury, 2003, Lewis Publishers by CRC Press LLC, Segunda edición, Cap.16.
- [4] Mason, R. P., Fitzgerald, W. F., y Morel, F. M. M., “*The Biogeochemical Cycling of Elemental Mercury: Anthropogenic influences*”. En: James G. Wiener, David P. Krabbenhoft, Gary H. Heinz y Anton M. Scheuhammer, “*Handbook of Ecotoxicology*”, Sección II. Contaminant Sources and Effects, Ecotoxicology of Mercury, 2003, Lewis Publishers by CRC Press LLC, Segunda edición, Cap.16.
- [5] Fitzgerald, W. F., Engstrom, D. R., Mason, R. P., y Nater, E. A., “*The case for atmospheric mercury contamination in remote areas*”, 1998 Environ. Sci. Technol., Vol:32, pp 1-7.
- [6] Pacyna, E. G., Pacyna J. M., and pirrone, N., “*European emissions of atmospheric mercury from anthropogenic sources in 1995*”. En: Mason, R. P., Fitzgerald, W. F., y Morel, F. M. M., “*The Biogeochemical Cycling of Elemental Mercury: Anthropogenic influences*”, 1994, Geochim. Cosmochim. Acta, 58, pp 3191-3198.
- [7] Ronald Eisler, Ph. D., “*Handbook of Chemical Risk Assessment. Health Hazards to Humans, Plants, and Animals*”, 2000, U.S. Geological Survey, Lewis Publishers, Volumen 1.
- [8] Ming-Ho Yu, “*Environmental Toxicology. Biological and Health Effects of Pollutants*”, 2005, Second Edition, CRC Press.
- [9] Pirrone, N., Pacyna, J. M. and Barth, H. (Guest Editors) (2001a): “*Atmospheric Mercury research in Europe, Special Issue of Atmospheric Environment*”. Vol.35/17. En: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA Productos Químicos, “*Evaluación mundial sobre el mercurio*”, Ginebra, Suiza, Dic 2002, Cap. 2, 33.

- [10] Mason, R. P. and Fitzgerald, W.F. (1996): Sources, sinks and biogeochemical cycling of mercury. En: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA Productos Químicos, “*Evaluación mundial sobre el mercurio*”, Ginebra, Suiza, Dic 2002, Cap. 2, 37.
- [11] Organization Pollution Probe, “*Mercury in the Environment. A Primer*”, Canadá, Junio 2003, Cap.4, pp 34-35.
- [12] “*Estadísticas de Incendios Forestales*”. Corporación Nacional Forestal, Chile, 2006. Disponible En: www.conaf.cl. (Última visita: 25 de Enero de 2007).
- [13] Varios autores, “*Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2005*”, Geo Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Chile, Sept. 2006, 371 pp.
- [14] Oyarzún Jorge, “*Algunos metales y metaloides con propiedades tóxicas o carcinogénicas: distribución natural y riegos por contaminación en Chile*”, Revista Chilena de Salud Pública 2001, Vol 5 (2-3): 96-101.
- [15] Higuera Pablo, Oyarzún Roberto, Oyarzún Jorge, et al., “*Environmental assessment of copper-gold-mercury mining in the Andacollo and Punitaqui district, northern Chile*”, Editorial handling, Applied Geochemistry 19, 2004, 1855-1864.
- [16] Oyarzún Jorge, Oyarzún Roberto, Pavicic S., “*Estudio geoquímico prospectivo en un distrito de Cu-Au-Hg asociado a zona de cizalla: Punitaqui, Chile*”, Boletín geológico y Minero, 2001, Vol. 112, N° 2, pp. 75 – 84.
- [17] Díaz Oscar, Encina Francisco, et al., “*Influencia de variables estacionales, espaciales, biológicas y ambientales en la bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en Tagelus dombeii*”, Revista de Biología Marina y Oceanografía, Julio de 2001, Vol: 36 (1), pp 15 – 29.
- [18] Pacyna, et al., “*Presentation to Global Transport Workshop*”, Ann Arbor, Sept. 2003, MI, pp 16-17. Disponible En: <http://www.chem.unep.ch/MERCURY/workshops/Buenos-Aires-proceedings-final.pdf>. (Última visita: 30 de Enero de 2007).
- [19] Wotruba Hermann, Hruschka Felix, et al, “*Manejo Ambiental en la Pequeña Minería*”, Manejo Integrado del Medio Ambiente en la Pequeña Minería, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 1998, La Paz, Bolivia, 302 pp.
- [20] Miranda Consultores (MIRCOMIN), “*Inventario de los recursos minerales de la IV Región de Coquimbo*”, Vol II, 1978, SERPLAC IV Región de Coquimbo.

- [21] Varios autores, “*Atlas de Faenas Mineras, Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile*”, Nº 2, Región III y IV, 2000, Servicio Nacional de Geología y Minería.
- [22] Varios autores, “*Atlas de Faenas Mineras, Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile*”, Nº 3, Región V, VI, XIII, 2002, Servicio Nacional de Geología y Minería.
- [23] Valenzuela Pedro, “*Pequeña Minería, Potencial Riesgo Ambiental por Mercurio, Región de Coquimbo, Chile*”, Taller Regional para Fomentar la Sensibilización Sobre la Contaminación Causada por el Mercurio, Sept. 2004, Buenos Aires, Argentina.
- [24] Instituto Nacional de Estadísticas, “*Estudio determinación del Universo de los Pequeños Mineros Artesanales de Chile*”, Ministerio de Minería, Gobierno de Chile, Dic 2005, 65pp.
- [25] La Celulosa, “*Proceso de producción de celulosa kraft*”. Disponible en: www.papelnet.cl. (Última visita: 10 de Feb. de 2007).
- [26] “*Mercurio en planta de celulosa Laja*”, Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. Disponible en: www.olca.cl, (Última visita: 10 de Feb. de 2007).
- [27] “*Uso de Carbón de Petróleo en los Hornos 8 y 9 de la Planta Industrial La Calera de Empresas Melón S.A.*”, Estudio de Impacto Ambiental, Resumen ejecutivo. Disponible en: www.melon.cl. (Última visita: 20 de Feb. de 2007).
- [28] “*Estadísticas en Consumo de Cemento*”. Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. Disponible En: www.ich.cl. (Última visita: 20 de Feb. de 2007).
- [29] “*Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*”, Corporación Nacional Forestal Chile, 1997. Disponible en: www.conaf.cl. (Última visita: 25 de Enero de 2007).
- [30] Fritis Ricardo, “*La Producción de Mercurio en Chile*”, Anales del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología, Tomo Cuarto, Enero 1942, Santiago, Chile, pp 1626-1635.
- [31] Pesenti Eduardo, Fernández Eduardo, Silva, Washington, “*Contaminación por Mercurio en la Minería Artesanal de la III Región de Atacama*”, Universidad de Atacama, Instituto de Investigaciones Científicas y tecnológicas (IDICTEC). En: Proyecto de Cooperación Internacional ACDST-IDICTEC, “El Desarrollo Sustentable y el Medio Ambiente en la Minería Artesanal del Oro”, libro del Seminario Internacional, Copiapó, Chile, 1999.

- [32] “*Levantamiento Catastral de los tranques de relaves en Chile*”, Etapa C: Regiones II y III, Tomo I, Informe Final del Estudio, Dic. 1990, SERNAGEOMIN, Ingeniería y Geotecnia Ltda.
- [33] “*Levantamiento Catastral de los tranques de relaves en Chile*”, Etapa B: Regiones IV, VI y VII, Tomo I, Informe Final del Estudio, Marzo 1989, SERNAGEOMIN, Ingeniería y Geotecnia Ltda.
- [34] Silva B. Washington, “*Presencia de mercurio en tranques de relaves de plantas de amalgamación en la Región de Atacama (CHILE)*”, Revista de la Facultad de Ingeniería, N° 014-015, 2000, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile.
- [35] “*Diario Oficial de la Unión Europea*”, EUR-Lex: El Derecho de la Unión Europea. Disponible en: <http://europa.eu>. (Última visita: 25 de Febrero de 2007).
- [36] “*Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo*”, Estrategia comunitaria sobre el mercurio, Enero de 2005, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/com_2005_0020_es.pdf. (Última visita: 25 de Febrero de 2007).
- [37] “Plan de Acción Regional de América del Norte sobre Mercurio”, Fase II, Marzo de 2000, Equipo de Tarea de América del Norte para la Instrumentación del PARAN sobre Mercurio. Disponible en: <http://www.cec.org/files/PDF/POLLUTANTS/Hgparan.pdf>. (Última visita: 26 de Febrero de 2007).
- [38] Serrano Marcos, “*Revisión Normativa, ingreso Mercurio en RETC, 2006*”, Encargado Area Gestión de Información, Departamento de Control de la Contaminación, CONAMA, Santiago, Chile, Enero 2006. (Comunicación personal).
- [39] “*Mercurio No*”, Salud Sin Daño, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://noalaincineracion.org/wp-content/uploads/mercurionono.pdf>. (Última visita: 26 de Febrero de 2007).
- [40] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA Productos Químicos, “*Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio*”, Borrador Preliminar, Ginebra, Suiza, Cap. 5, 171. Nov 2005.

X. Glosario, siglas y abreviaturas

ACAAN	: Acuerdo de Cooperación Ambiental para América del Norte.
ACGIH	: Conferencia Americana de Higiene Industrial. (American Conference of Industrial Hygienists).
Acrodinia	: forma de intoxicación crónica con mercurio de presentación poco frecuente. Se caracteriza por producir sensibilidad aumentada en las plantas de los pies y en las palmas de las manos con sensaciones de hormigueo.
AFIPA	: Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas.
Agente alquilante	: cualquiera de un grupo de sustancias capaz de experimentar una reacción química electrofílica.
Amalgamación	: aleación entre el mercurio y metales nobles como oro y plata.
AMAP	: Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico. (Arctic Monitoring and Assessment Programme).
Antropogénico	: atribuible a la actividad humana.
APL	: Acuerdo de Producción Limpia.
ASIQUIM A.G.	: Asociación Gremial de Industriales Químicos de Chile.
ATSDR	: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de los Estados Unidos. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).
Bioacumulación	: acumulación progresiva de sustancias tóxicas persistentes en los seres vivos.
Biogeoquímico	: circulación de los elementos o compuestos químicos a través de el ambiente abiótico y los seres vivos.
Biomagnificación	: es la tendencia de las sustancias contaminantes a concentrarse en niveles tróficos sucesivos.
CCA	: Comisión para la Cooperación Ambiental.
chanc.-amalg.	: chancado – amalgamación.
CMPC	: Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones.
Coenzima	: moléculas orgánicas complejas que necesitan algunas enzimas para realizar su actividad.
Coke	: residuo sólido en la destilación del carbón en ausencia de aire

CONAMA	: Comisión Nacional del Medio Ambiente.
COPs	: Contaminantes Orgánicos Persistentes.
D.S.	: Decreto Supremo.
DGA	: Dirección General de Aguas.
DIRECTEMAR	: Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante.
ECF	: Libre de Cloro Elemental. (Elemental Chlorine Free).
EEUU	: Estados Unidos de América.
EFSA	: Autoridad Europea de la Seguridad del Alimento. (European Food Safety Authority).
EIPPCB	: Prevención Integrada de la Contaminación Europea y Oficina de Control. (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau).
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (Food and Agriculture Organization).
Flóculo	: conjunto de partículas pequeñas aglutinadas en partículas más grandes y con mayor capacidad de sedimentación.
FMMA	: Fondo Mundial para el Medio Ambiente.
Fotoreducción	: por efecto de la luz, el quelato (la parte orgánica) se oxida, y el metal se reduce.
g	: gramo.
Hg	: mercurio monovalente.
Hg	: mercurio.
Hg ⁰	: mercurio elemental.
Hg ²⁺ o Hg(II)	: mercurio bivalente, forma predominante en compuestos orgánicos e inorgánicos del mercurio.
HgS	: sulfuro de mercurio o mineral cinabrio.
Hidrolasa	: enzima que usa el agua para catalizar algunas moléculas.
IARC	: Organismo Internacional de Investigación sobre el Cáncer. (International Agency for Research on Cancer).
IOMC	: Interorganismos para la Gestión Racional de las Sustancias Químicas. (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals).
IPCS	: Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. (International Programme on Chemical Safety).

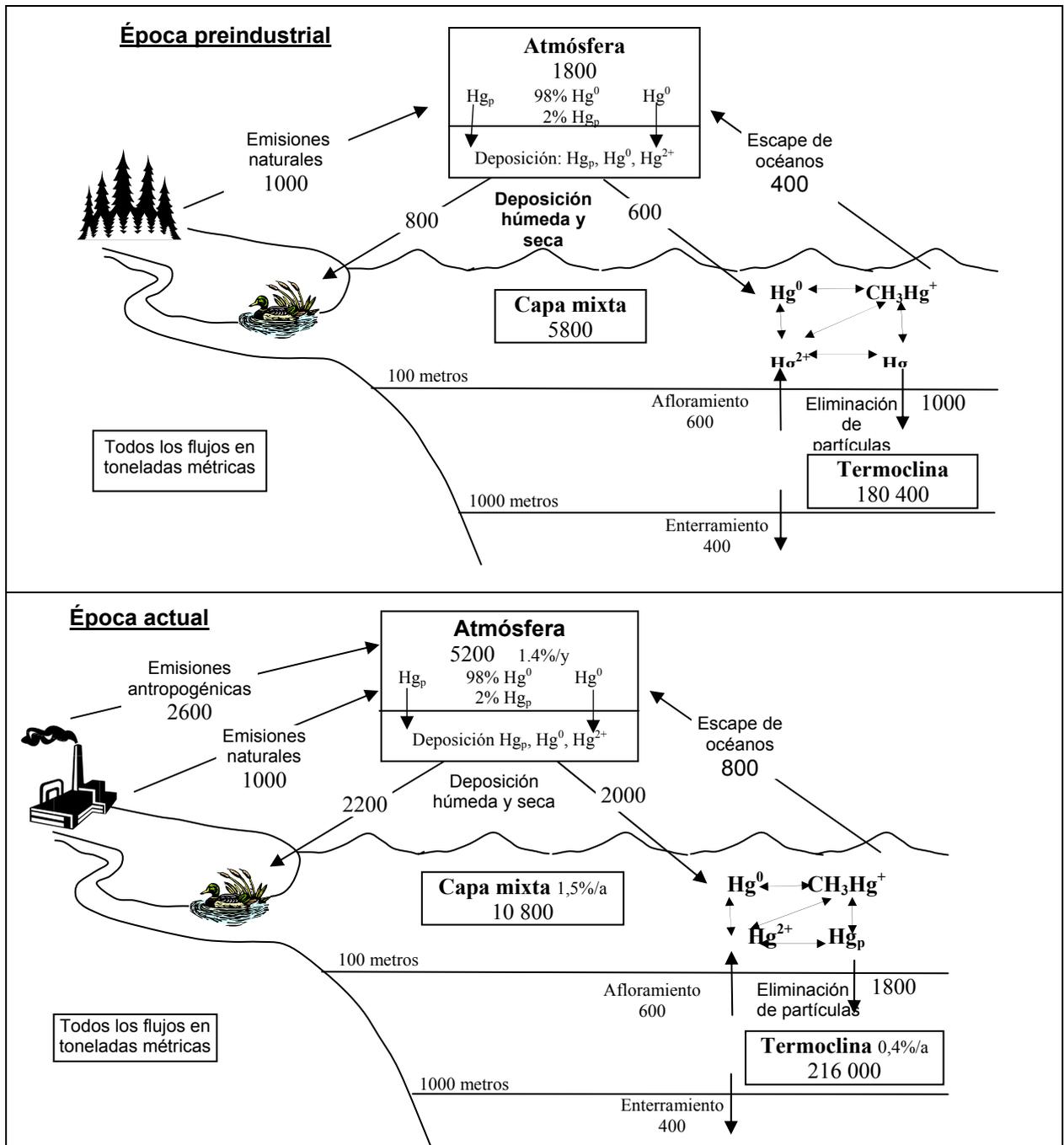
IPPC	: Prevención y control integrado de la contaminación. (International Plant Protection Convention).
kg	: kilogramo.
L	: litro.
LBGMA	: Ley Bases Generales del Medio Ambiente.
LRTAP	: Contaminación Atmosférica Transfronteriza de Largo Alcance. (Long-Range Transboundary Air Pollution).
m ³	: metro cúbico.
MAK	: Máxima Concentración en el Lugar de Trabajo. (Maximal Workplace Concentration).
MeHg o MetilHg	: metilmercurio.
Metaloides	: tienen propiedades intermedias entre los metales y los no-metales.
mg	: miligramo.
MINSAL	: Ministerio de Salud.
MINSEGPRES	: Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
mm	: milímetro.
MMSD	: Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable. (Mining, Minerals and Sustainable Development).
MOP	: Ministerio de Obras Públicas.
ng	: nano gramo (10 ⁻⁹ gramo).
OCDE	: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (Organization for Economic Co-operation and Development).
OIT	: Organización Internacional del trabajo.
OMS o WHO	: Organización Mundial de la Salud. (World Health Organization)
ONGs	: Organizaciones No Gubernamentales.
ONUUDI	: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
OSHA	: Administración Ocupacional de la Seguridad y la Salud. (Occupational Safety and Health Administration).
PAMMA	: Programa de Asistencia y Modernización de la Minería Artesanal.
PARAN	: Plan de Acción Regional de América del Norte.
pH	: potencial hidrógeno. Equivalente al logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno.

PNUMA	: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
Pórfido	: proviene de porphyra que en latín significa "piedra púrpura"
ppb	: partes por billón o partes por mil millones.
PPDA	: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica.
ppm	: partes por millón.
ppt	: partes por trillón.
PROCHILE	: Programa de fomento a las exportaciones chilenas.
PTDI	: Consumo Diario Provisional Tolerable. (Provisional Tolerable Daily Intake).
RAP-AL	: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina.
REACH	: Consejo relativo al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de las Sustancias y Preparados Químicos. (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals).
RETC	: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
RILes	: Residuos Industriales Líquidos.
RP	: Residuo Peligroso.
RPM	: revoluciones por minuto.
RR.EE.	: Relaciones Exteriores.
SADEMI	: Sociedad Abastecedora de la Minería.
SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero.
SAPU	: Servicio de Atención Primaria de Urgencia.
SEREMI	: Secretaría Regional Ministerial.
SERNAGEOMIN	: Servicio Nacional de Geología y Minería.
SISS	: Superintendencia de Servicios Sanitarios.
STEL	: Límite de Exposición de Corta Duración. (Short Term Exposure Limit).
TLC	: Tratado de Libre Comercio.
TLCAN	: Tratado de Libre Comercio de América del Norte.
TLV	: Valor Umbral Límite. (Threshold Limit Value).
tonelada métrica	: 1000 kg.

Trapiche	: también conocido como “molino chileno” se caracteriza por adherir el uso de mercurio mientras se produce la trituración del mineral, pues se colocan planchas amalgamadoras en las paredes de éste.
TWA	: Aire Transcontinental y Occidental. (Transcontinental and Western Air).
u	: unidad (termómetro, lámpara, etc.).
UCI	: Unidad de Cuidados Intensivos.
URSS	: Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.
US EPA	: U.S. Environmental Protection Agency.
Volts	: unidad de diferencia de potencial eléctrico.
Watts	: unidad de poder, igual a un joule por segundo.
µg	: micro gramo (10^{-6} gramo).
µg/m ³ N	: micro gramos por metro cúbico normal.

ANEXO A.

Balances y Flujos Preindustriales y Actuales del Mercurio Flujos (flechas) y acumulaciones (recuadros) en toneladas métricas.



Adaptado de Lamborg et al., 2002^[1]. (El ciclo se considera variable)

ANEXO B.

Criterios Nacionales para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental

En las próximas páginas se reproduce el Título III, incisos del 1 al 5, del Instructivo Presidencial para la Dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales.

1. El presente Instructivo no será aplicable a las aguas minerales.
2. Los valores a considerar para la elaboración de las normas secundarias tendrán por objetivo general proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso, la protección y conservación de las comunidades acuáticas y de los ecosistemas lacustres, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales.

Asimismo, los valores a considerar para la elaboración de las normas secundarias tendrán por objetivo específico:

- Mantener o recuperar la calidad de las aguas destinadas a la producción de agua potable.
- Mantener o recuperar la calidad de las aguas para proteger y conservar las comunidades acuáticas.
- Mantener o recuperar la calidad de las aguas para la conservación de especies hidrobiológicas de importancia para la pesca deportiva y recreativa y para la acuicultura.
- Proteger la calidad de las aguas para la bebida de animales sea que vivan en estado silvestre o bajo el cuidado y dependencia del hombre.
- Proteger la calidad de las aguas para riego de manera de conservar los suelos y la flora silvestre o cultivada.
- Mantener o recuperar el estado trófico de los cuerpos lacustres.
- Proteger cuerpos o cursos de agua de extraordinaria calidad como componentes únicos del patrimonio ambiental.

3. Para efectos de la dictación de las normas secundarias de calidad ambiental para las aguas aptas para la protección y conservación de las comunidades acuáticas y los usos prioritarios, sin perjuicio de lo establecido en el punto III, numeral 4, los valores máximos y mínimos a considerar serán los siguientes:

Los valores máximos y mínimos aquí expresados están referidos a concentraciones o unidades totales de los compuestos o elementos que corresponda.

	GRUPO DE COMPUESTOS O ELEMENTOS	Unidad	CLASE DE EXCEPCION	CLASE 1.	CLASE 2.	CLASE 3.
INDICADORES FISICOS + QUIMICOS						
1.	Conductividad eléctrica	µS/cm	<600	750	1.500	2.250
2.	DBO ₅	mg/L	<2	5	10	20
3.	Color aparente	Pt-Co	<16	20	100	>100
4.	Oxígeno disuelto ¹	mg/L	>7,5	7,5	5,5	5
5.	pH ²	Unidad	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
6.	RAS ³	-	<2,4	3	6	9
7.	Sólidos disueltos	mg/L	<400	500	1.000	1.500
8.	Sólidos suspendidos	mg/L	<24	30	50	80
9.	Temperatura ⁴	ΔT°C	<0,5	1,5	1,5	3
INORGANICOS						
10.	Amonio	mg/L	<0,5	1	1,5	2,5
11.	Cianuro	µg/L	<4	5	10	50
12.	Cloruro	mg/L	<80	100	150	200
13.	Fluoruro	mg/L	<0,8	1	1,5	2
14.	Nitrato	mg/L	<0,05	0,06	>0,06	>0,06
15.	Sulfato	mg/L	<120	150	500	1.000
16.	Sulfuro	mg/L	<0,04	0,05	0,05	0,05
ORGANICOS						
17.	Aceites y Grasas	mg/L	<4	5	5	10
18.	Bifenilos policlorados (PCBs)	µg/L	*	0,040	0,045	>0,045
19.	Detergentes (SAAM) ⁵	mg/L	<0,16	0,2	0,5	0,5
20.	Indice de fenol	µg/L	<1,6	2	2	10
21.	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	µg/L	<0,16	0,2	1	1
22.	Hidrocarburos	mg/L	<0,04	0,05	0,2	1,0
23.	Tetracloroetano	mg/L	*	0,26	0,26	>0,26
24.	Tolueno	mg/L	*	0,3	0,3	>0,3
ORGANICOS PLAGUICIDAS						
25.	Acido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D)	µg/L	*	4	4	100
26.	Aldicarb ⁶	µg/L	*	1	11	11
27.	Aldrin ⁶	µg/L	*	0,004	0,004	0,7
28.	Atrazina + N-desalkyl metabolitos	µg/L	*	1	1	1
29.	Captaín	µg/L	*	3	10	10
30.	Carbofurano	µg/L	*	1,65	45	45
31.	Clordano ⁶	µg/L	*	0,006	0,006	7
32.	Clorotalonil	µg/L	*	0,2	6	6
33.	Cyaziflupiridina	µg/L	*	0,5	0,5	10
34.	Demeton	µg/L	*	0,1	0,1	0,1
35.	DDT ⁶	µg/L	*	0,001	0,001	30
36.	Dicofop-metil	µg/L	*	0,2	0,2	9
37.	Disidaín ⁶	µg/L	*	0,5	0,5	0,5
38.	Dimetoato	µg/L	*	6,2	6,2	6,2
39.	Heptaclor ⁶	µg/L	*	0,01	0,01	3
40.	Lindano	µg/L	*	4	4	4
41.	Fenitión	µg/L	*	35	35	35

42.	Pentaclorofenol ¹	µg/L	*	0,5	0,5	0,7
43.	Simazina	mg/L	*	0,005	0,01	0,01
44.	Trifluralina	µg/L	*	0,1	45	45
METALES ESENCIALES (disueltos)						
45.	Boro	mg/L	<0,4	0,5	0,75	0,75
46.	Cobre ²	µg/L	<7,2	9	200	1.000
47.	Cromo total	µg/L	<8	10	100	100
48.	Hierro	mg/L	<0,8	1	5	5
49.	Manganeso	mg/L	<0,04	0,05	0,2	0,2
50.	Molibdeno	mg/L	<0,008	0,01	0,15	0,5
51.	Níquel ³	µg/L	<42	52	200	200
52.	Selenio	µg/L	<4	5	20	50
53.	Zinc ³	mg/L	<0,096	0,120	1	5
METALES NO ESENCIALES (disueltos)						
54.	Aluminio	mg/L	<0,07	0,09	0,1	5
55.	Asénico	mg/L	<0,04	0,05	0,1	0,1
56.	Cadmio ³	µg/L	<1,8	2	10	10
57.	Estaño	µg/L	<4	5	25	50
58.	Mercurio	µg/L	<0,04	0,05	0,05	1
59.	Plomo ³	mg/L	<0,002	0,0025	0,2	5
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS						
60.	Coliformes fecales (NMP)	Címulas/100 ml	<10	1.000	2.000	5.000
61.	Coliformes totales (NMP)	Címulas/100 ml	<200	2.000	5.000	10.000

*= La determinación de estos compuestos o elementos deberá estar bajo el límite de detección del instrumental analítico más sensible.

1= Expresado en términos de valor mínimo

2= Expresado en términos de valor máximo y mínimo

3= Razón de adsorción de sodio (RAS). Relación utilizada para expresar la actividad relativa de los iones sodio en las reacciones de intercambio con el suelo. Cuantitativamente como miliequivalentes:

$$RAS = \frac{Na}{[(Ca + Mg)/2]^{1/2}}$$

En que, Na; Ca y Mg = Son respectivamente las concentraciones, en miliequivalentes por litro, de iones sodio, calcio y magnesio.

4= Diferencia de temperatura entre la zona monitoreada y la temperatura natural del agua.

5= Sustancias activas al azul de metileno (SAAM).

6= Con prohibición de uso agrícola establecida por el Servicio Agrícola y Ganadero.

7= Con suspensión de uso establecida por el Servicio Agrícola y Ganadero.

8= Las concentraciones de estos compuestos o elementos para las clases de excepción y la clase 1, son calculados para una dureza de 100 mg/L de CaCO₃. Para otras durezas, la concentración máxima del compuesto o elemento, para la clase 1, expresada en µg/L, se determinará de acuerdo a las fórmulas siguientes. Para la clase de Excepción el cálculo se obtendrá a partir del 80% del valor obtenido en la clase 1.

Compuesto o elemento	Expresión
Cadmio	$\{1,101672 - [\ln(\text{dureza}) * (0,041838)]\} * \exp(0,7892 [\ln(\text{dureza})] - 2,715)$
Cobre	$0,960 * \exp(0,8343 [\ln(\text{dureza})] - 1,702)$
Plomo	$\{1,46203 - [\ln(\text{dureza}) * (0,143712)]\} * \exp(1,273 [\ln(\text{dureza})] - 4,703)$
Níquel	$0,997 * \exp(0,8460 [\ln(\text{dureza})] + 0,0384)$
Zinc	$0,986 * \exp(0,8473 [\ln(\text{dureza})] + 0,884)$

4. Las normas de calidad secundarias para las aguas continentales superficiales deberán considerar que durante los 2 primeros años de vigencia de las mismas, los valores máximos de concentración para metales, medidos como fracción total en aguas continentales superficiales deberán ser:

GRUPO DE COMPUESTOS O ELEMENTOS	Unidad	CLASE DE EXCEPCION	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
METALES ESENCIALES (Totales)					
Boro	mg/L	<0,4	0,5	0,75	0,75
Cobre	µg/L	<7,5	9,4	200	1.000
Cromo total	µg/L	<32	40	100	100
Hierro	mg/L	<0,8	1	5	5
Manganeso	mg/L	<0,04	0,05	0,2	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,008	0,01	0,15	0,5
Níquel	µg/L	<42	52	200	200
Selenio	µg/L	<4	5	20	50
Zinc	mg/L	<0,097	0,122	1	5,071
METALES ESENCIALES (Totales)					
Aluminio	mg/L	<0,07	0,09	0,1	5
Arsénico	mg/L	<0,04	0,05	0,1	0,1
Cadmio	µg/L	<2	2,2	10	10
Estaño	µg/L	<4	5	25	50
Mercurio	µg/L	<0,08	0,1	0,1	1
Plomo	mg/L	<0,0025	0,0032	0,2	5

5. Las normas de calidad secundarias asociadas a la protección de las aguas continentales superficiales para la protección y conservación de las comunidades acuáticas y para los usos prioritarios, deberán considerar las clases de calidad que a continuación se indican:

a) Excepcional: Indica un agua de mejor calidad que la clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República.

Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta clase.

b) Clase 1: Muy buena calidad. Indica un agua apta para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases 2 y 3.

c) Clase 2: Buena calidad. Indica un agua apta para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase 3.

d) Clase 3: Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido.

Las clases de calidad comprendidas entre la Clase Excepcional y la Clase 3, son aptas para la captación de agua para potabilizarla, según el tratamiento que se utilice.

Las aguas que excedan los límites establecidos para la clase 3, indicarán un agua de mala calidad (clase 4), no adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas ni para los usos prioritarios a los que se hizo referencia, sin perjuicio de su utilización en potabilización con tratamiento apropiado o para aprovechamiento industrial.

Asimismo, deberá determinarse que las aguas que exceden los límites establecidos para el estado mesotrófico, señalados en el punto 6, indican un cuerpo lacustre eutroficado.

En caso que un cuerpo o curso de agua tenga como calidad natural una peor a la clase 3 o al estado mesotrófico, deberá ser protegido hasta el valor de su calidad natural, con el objeto de que ésta no empeore.

ANEXO C.

Aplicaciones del Mercurio

Indicaciones de su uso actual

Aplicación	Indicaciones sobre el uso actual
Producción de cloro-álcali (cloro y soda cáustica)	General
Amalgamas dentales	General
Minería artesanal de oro y plata	Australia, Burundi, Brasil, Burkina Faso(?), China, Costa Rica, Colombia, Costa de Marfil (?), Ecuador, Filipinas, Ghana, Guayana Francesa, , Indonesia, Mongolia, Panamá, Papúa New Guinea, Perú, Rusia, Tanzania, Venezuela, Vietnam, Zimbabwe
Pilas y baterías	En uso, pero prohibido o restringido en muchos países
Termómetros médicos	General, pero prohibido o restringido en algunos países
Otros termómetros (control de máquinas marinas, laboratorios)	General, pero prohibido o restringido en algunos países
Instrumentos para medir la presión sanguínea (esfigmomanómetros)	General, pero prohibido o restringido en algunos países
Manómetros industriales y meteorológicos	Lo más probable es que sea general, pero prohibido o restringido en algunos países
Válvulas de presión (calefacción central, industria)	Prohibido o restringido en algunos países
Giróscopos	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores eléctricos y electrónicos	Prohibido o restringido en algunos países
Conmutadores de control de nivel (bombas de alcantarillado, timbres de puerta, señales de ferrocarril, portezuelas de maleteros de automóviles, refrigeradores, congeladores, alarmas de caídas de ancianos, etc.)	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores multipolares (por ejemplo, para excavadoras)	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores microelectrónicos con contactos de mercurio	Muy probablemente general
Interruptores térmicos	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores en calzado deportivo con luz en la suela	Prohibido o restringido en algunos países
Lámparas de descarga luminosa	General
Lámparas fluorescentes	General
Otras lámparas con mercurio	General
Productos químicos, electrodos y aparatos analíticos de laboratorio	General
Plaguicidas (tratamiento de semillas y/o otros)	Australia, Belarús, Benin (no especificado), Burkina Faso (no especificado), Costa de Marfil, Ghana, Guinea (no especificado), India (no especificado), Irlanda
Biocidas para diferentes productos y procesos	Camerún (producción industrial no especificada), Irlanda
Pinturas (pinturas a látex y posiblemente otras)	Australia, Ghana, Guinea, India, Irlanda, Samoa, Tailandia (sustitución en curso), Trinidad y Tobago (sustitución en curso o terminada recientemente).
Fungicidas para la producción de papel	Marruecos,
Productos farmacéuticos (funciones biocidas o sistémicas)	República Checa (no especificado), Ghana (no especificado), India, Australia (no especificado y para caballos), Suiza
Conservadores de vacunas	En uso
Conservadores en gotas oftálmicas	Muy probablemente todavía en uso
Desinfectantes; por ejemplo, en hospitales	Burkina Faso (no especificado)
Medicinas a base de hierbas, medicinas "caseras", "farmacias de la calle"	India (algunas medicinas a base de hierbas), Lesotho (mercurio metálico)
Compuestos catalizadores de mercurio	India
Catalizadores para la producción de poliuretano y otros polímeros	Finlandia, Australia, Irlanda

Aplicación	Indicaciones sobre el uso actual
Catalizadores en la producción, a base de acetileno, de monómeros de cloruro de vinilo, acetato de vinilo y acetaldehído	(Antes se usaba en numerosas fábricas de todo el mundo). No se ha confirmado si se continúa usando para esos fines.
Cosméticos (cremas, jabones)	Benin (no especificado), Irlanda (no especificado)
Cremas y jabones para aclarar la piel	De uso común; restringido en algunos países
Biocidas en cosméticos para los ojos	Posiblemente en uso; restringido en algunos países
Faros (usos náuticos; estabilización de lentes)	Canadá (posiblemente general – mencionado en la literatura)
Falsificación de dinero	Camerún (no hay detalles sobre el uso del mercurio en este proceso)
Ceremonias religiosas, actividades “supersticiosas”	EE.UU. y posiblemente regiones del Caribe (US ATSDR, 1999), Lesotho
Pigmentos	No se ha confirmado este uso en la actualidad.
Curtido	Irlanda
Pavonado y grabado de acero	Irlanda
Papel para fotos a color	Australia
Explosivos, fuegos artificiales	No se ha confirmado este uso en la actualidad.
Activadores de bolsas de aire y sistemas de freno antibloqueo (ABS) de automóviles	No se ha confirmado este uso en la actualidad.
Producción artesanal de diamantes	Guinea (“para limpiar piedras y mejorar calidad física”)
Amortiguadores del retroceso de los rifles	Irlanda
Vendas para brazos y piernas (por ejemplo, para el “codo de tenista”)	Irlanda
Juguetes para ejecutivos	Irlanda
Material de revestimiento para pistas de carrera en estadios deportivos (pistas “tartán”)	Se usaba antes en Suiza.
Municiones	Se usaba antes en Suiza.
Fte: “Evaluación Mundial Sobre el Mercurio” ^[1]	

ANEXO D.

Tecnología en la Industria Cloro-Soda

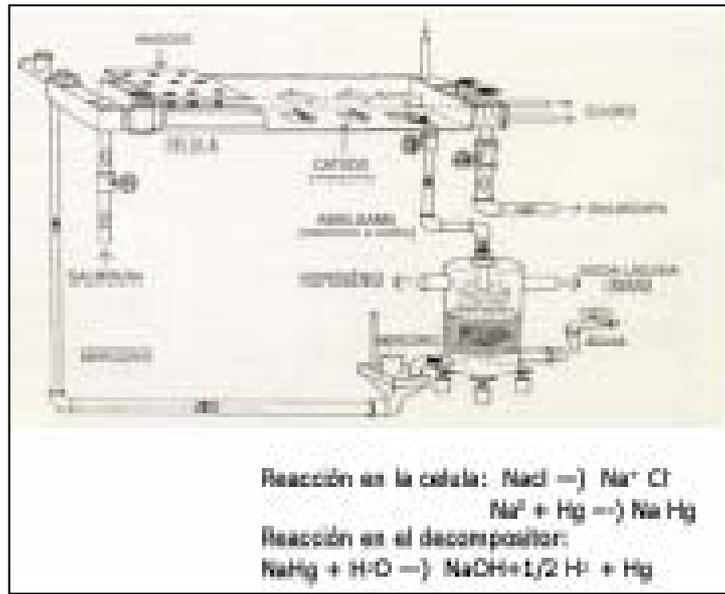


Figura D.1. Proceso de producción de cloro-soda con uso de mercurio



Fotografía D.1. Celdas de mercurio. Planta Cloro-Soda, Brasil

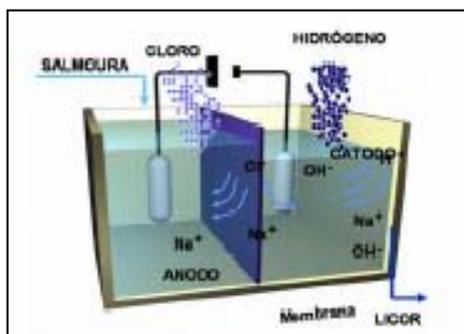


Figura D.2 Proceso electrolítico, Célula de Membrana



Fotografía D.2. Unidad electrolítica, Célula de Membrana, Planta Cloro-Soda, Brasil

ANEXO E.

Faenas mineras del Oro con uso de amalgamación

III y IV Región de Chile

Nombre Empresa	Categoría	Nombre de Faena	Operación o Proceso	Pasta Ppal	Estado	Comuna
Eduardo Catalano Gómez	C	Planta Santa Rosa	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Diego de Almagro
José Fonseca Sanhueza	C	Planta Fonseca	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Diego de Almagro
Lorezo Vega Seviche	C	Planta Vega	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Diego de Almagro
S.M Candelaria Ltda.	C	Planta Corona	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Tulia San Francisco Guerra	C	Planta Arcadio	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Hernán González Salazar	C	Planta El Maray	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Carlos Becker Ducros	C	Planta Pepa de Oro	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Humberto Campillay Campillay	C	Planta Andrea	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Ramon Cepeda Ordenes	C	Planta Chalto	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Juan Fernando Day	C	Planta Day	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
SOTRATEC-MINART Ltda.	C	Planta el Cateador	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Humberto Lindor Aguilera Jorquera	C	Planta Farah	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Copiapó
Nelson Soto Iglesias	C	Planta Maria Isabel	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Tierra Amarilla
S.M. San Joaquín	C	Planta San Joaquín	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Tierra Amarilla
Eduardo Catalano Gómez	C	Planta Santa Rosa	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Diego de Almagro
José Fonseca Sanhueza	C	Plata Fonseca	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Diego de Almagro
Lorenzo Vega Seviche	C	Planta Vega	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Diego de Almagro
Enzo Baldo	C	Planta San Ramón	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	La Higuera
Luis Rivera D.	C	Planta Don Mario	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Higuera
Oscar González	C	Planta la Pajita	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Higuera
Eduardo Olivares Cañas	C	Planta Los Espinos	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Higuera
Empresa S.L.M. Santa Rosa	C	Planta Santa Rosa	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Higuera
Moisés González	C	Planta Don Moisés	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Higuera
Empresa Aldo Rojas B.	C	Planta Don Aldo	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Higuera
Faisal Harcha	C	Planta Rolex	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Serena
Francisco Espinoza B.	C	Planta San Antonio	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Serena
Juan Aliaga	C	Planta Aliaga	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Serena
Mra. Cóndor	C	Planta Lambert	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Serena

Nombre Empresa	Categoría	Nombre de Faena	Operación o Proceso	Pasta Ppal	Estado	Comuna
Cruz Rivera G.	C	Planta Chacay	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Serena
S/I	C	Planta Esmeralda	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	La Serena
Hugo Araya Ch.	C	Planta Araya	Chanc.-Amalg.-Flot.	Cobre – Oro	Paralizada	Coquimbo
S/I	C	Planta San Ramón	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro	Paralizada	Coquimbo
S/I	C	Planta Golfo	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Eduardo Muñoz	C	Planta Azulina	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Andacollo
Eduardo Muñoz	C	Planta Nueva Esperanza	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Eduardo Muñoz	C	Planta Renacimiento	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Suc. Luis Miranda Ansieta	C	Planta Miranda	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Andacollo
Gregorio Echeverría P.	C	Planta Lorena	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
C.M. Dayton	B	Planta Dayton	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Andacollo
Gustavo González y Cía.	C	Planta Ema	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Mirta Rojas V.	C	Planta Miraflores	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Beltran Godoy	C	Planta San Juan	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Andacollo
Oriel Jeraldo	C	Planta Andacollo	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Juan Nuñez C.	C	Planta Santa Teresita	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Luis Donoso García H.	C	Planta Arizona	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
S/I	C	Planta Central	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Darío Cortes	C	Planta Punta Caletones	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Oriel Castillo S.	C	Planta Emanuela	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Álvaro Marín A.	C	Planta Los Leones	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Walter Muñoz T.	C	Planta Los Litres	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Freddy Rojas V.	C	Planta Princesa	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Wilson Pizarro C.	C	Planta Irene	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Manuel Monreal V.	C	Planta El Salitre	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Juan Godoy A.	C	Planta Bellavista	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Andacollo
Juan Perines	C	Planta Las Tazas	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Andacollo
Beltrán Amenábar N.	C	Planta Arenillas	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro	Activa	Andacollo
Francisco Espinoza B.	C	Planta San Antonio	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Tomás Ponce	C	Planta Ponce	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Andacollo
Humberto Rivera C.	C	Planta Cabra y	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Ovalle

Nombre Empresa	Categoría	Nombre de Faena	Operación o Proceso	Pasta Ppal	Estado	Comuna
		Talinay				
Tello Hermanos	C	Planta Tello	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Ovalle
Tello Hermanos	C	Planta Mónica	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Ovalle
Tello Hermanos	C	Planta Ventolera	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Ovalle
Henio Contreras L.	C	Planta Canelilla	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Ovalle
C.M. Waffo	C	Planta El Pingo	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Monte Patria
Felipe Villalobos	C	Planta San Miguel	Chanc.-Amalg	Oro	Activa	Monte Patria
Cemin	C	Planta Lleja Petrof	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	En Contru	Monte Patria
S/I	C	Planta Huana	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Paralizada	Monte Patria
Juan Salinas	C	Planta Salinas	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Combarbalá
Alfredo Young V.	C	Planta Canela Baja	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Canela
Miriam Correa Veneciano	C	Planta Miriam	Chanc.-Amalg	Oro	Paralizada	Canela
Suc. Luis Alvarez S.	C	Planta Esperanza 2	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Paralizada	Illapel
Suc. Mario Aguirre B.	C	Planta El Maitín	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Activa	Illapel
Waldo Nazer E.	C	Planta California	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Activa	Illapel
S.L.M. Dabed Posa	C	Planta San Jorge	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Paralizada	Illapel
Jorge Moyano A.	C	Planta San Antonio	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Paralizada	Illapel
S.L.M. Anta Colla	C	Planta Anta Colla	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Paralizada	Illapel
Leopoldo Hernández	C	Planta Hernández	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro	Activa	Illapel
Guillermo Delgado	C	Planta Los Canelos	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro	Paralizada	Illapel
Pedro Flores Díaz	C	Planta Horizonte	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Activa	Illapel
Miguel Aguirre B.	C	Planta Pluma de Oro	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Activa	Illapel
S.C.M. La Fortuna	C	Planta La Fortuna	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Paralizada	Illapel
Jaime Pérez	C	Planta EL Romero	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Activa	Illapel
Rigoberto Vázquez V.	C	Planta Santa Teresita	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro – Cobre	Activa	Illapel
Minera Don Alberto	B	Planta Las Vacas	Chanc.-Amalg.-Flot.	Oro	Activa	Los Vilos

Fte: "Atlas de Faenas Mineras, Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile"^[21]

Datos de faenas en actividad a Enero de 2000
Resumen no contempla Minería Artesanal

Categorías de Empresa
A Mayor a 400 trabajadores en total de sus faenas
B Entre 80 y 400 trabajadores en el total de sus faenas
C Menor de 80 trabajadores en total de sus faenas

ANEXO F.

Encuesta "Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos"

Ejemplo S.S. Arauco

MINISTERIO DE SALUD
SUBSECRETARIA DE REDES ASISTENCIALES
DEPTO. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN
SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA
DEPTO. DE SALUD BUCAL

USO DE MERCURIO EN SERVICIOS ODONTOLÓGICOS, 2005

Servicio de Salud: Arauco

Fecha: 4-12-2006

Comuna: Arauco

Nombre del establecimiento: Hospital de Arauco

La presente encuesta tiene por objeto conocer el uso del Mercurio en Operatoria Dental para reforzar, si es necesario, su manejo adecuado y las medidas de prevención para el personal odontológico y para los pacientes.

La información la debe contestar el Jefe de Servicio o Coordinador de la Unidad Dental. Los datos registrados deberán corresponder a la realidad actual.

1.- Nº de clínicas dentales que usan amalgamas como material de obturación: **2**

2.- Estimación del promedio mensual del total de obturaciones de amalgama que se efectúan por todos los odontólogos de su dependencia (de acuerdo a la estadística de los últimos 6 meses) Nº: **95**

3.- Se ha informado al personal de los peligros y riesgos del Mercurio?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Si su respuesta es afirmativa indique quién capacitó:

	Si	No	
a) Una empresa externa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a) Charla <input type="checkbox"/>
b) Odontólogos de otro establecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b) Taller teórico práctico <input type="checkbox"/>
c) El odontólogo jefe del servicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c) Otro <input type="checkbox"/>
d) La auxiliar dental encargada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
e) Otro _____			

Año en que se realizó : _____

4.- Considera que existe ventilación adecuada en las clínicas dentales donde se manipula este elemento?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Indique tipo de ventilación:

Ventana	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventana y extractor de aire	<input type="checkbox"/>
Extractor de aire	<input type="checkbox"/>	Otro, indique	<input type="checkbox"/>

5.-Los frascos de Mercurio son resistentes y están herméticamente cerrados?

Si	No
X	

6.-Se manipula el mercurio sobre superficies con rebordes adecuados para limitar la difusión y recuperar el mercurio derramado o la amalgama excedente?

X	
---	--

7.- Utilizan amalgama en cápsula?

	X
--	---

8.- Cuántas clínicas de Operatoria evitan el contacto manual con el Mercurio?

N°	%
2	100

9. Existe amalgamador mecánico en las clínicas de Operatoria?

Si	No
X	

 Uno en cada clínica?

X	
---	--

 Existe amalgamador de otro tipo? ¿Cuál?

	X
--	---

10.-¿Cómo se eliminan los restos de Mercurio y / o de amalgama?
 a) Colectan en un frasco y nadie los retira

--	--

 b) Se recolectan en un frasco y una empresa externa los retira

X	
---	--

 c) Se recolectan en un frasco y el servicio de salud los retira

--	--

 d) Se recolectan en un frasco y la Seremi de salud los retira

--	--

 e) Se eliminan a través de la basura habitual sin rotular

--	--

 f) Se eliminan a través de la basura habitual rotulados y sellados herméticamente.

--	--

 g) Otro. Indique.

--	--

11.-Considera Ud. que existe un lugar de almacenamiento del Mercurio a distribuir fuera de las clínicas dentales?

X	
---	--

 (bodega, estante)
 ¿Cuál? _Bodega de farmacia_

12.-¿Cómo es el piso de las clínicas dentales? Responder en porcentaje si tiene más de una clínica.

a) Liso y lavable:

X

 c) De madera:

--

 b) Alfombrado:

--

13.-Qué porcentaje de odontólogos utiliza chorros de agua y aspiración cuando retira una amalgama?

100

14.-Los saliveros y eyectores de los equipos tienen filtros para atrapar residuos sólidos? (restos de amalgama)

X	
---	--

ANEXO G.

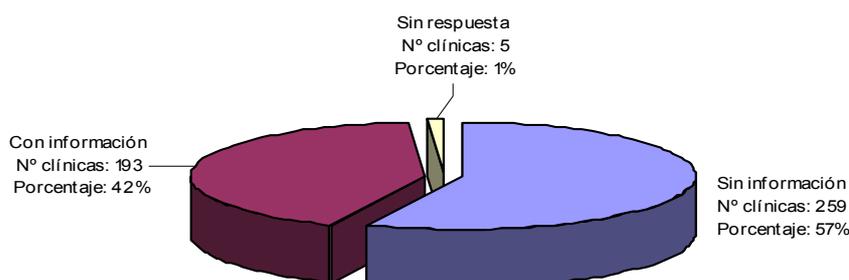
Análisis Estadístico Sobre el Uso de Mercurio en Servicios Odontológicos, 2005

“Depto. De salud Bucal, Ministerio de salud, Chile”

Cuadro G.1 Servicios encuestados usando amalgamas de mercurio

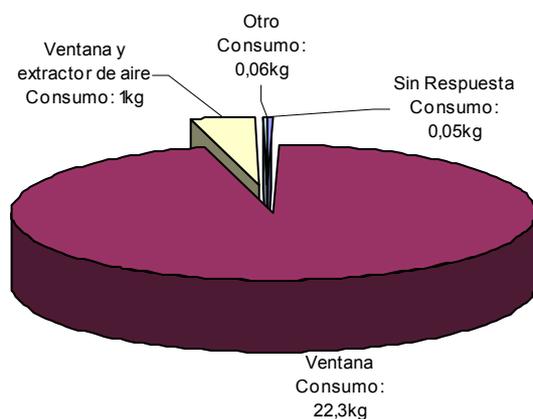
Servicio de Salud	Comuna	Nombre establecimiento
Aisén	Aisén, Coihaique, Cisnes, Cochrane	Posta de Salud Rural, Lago Verde, Consultorio Víctor Domingo Silva, Consultorio Alejandro Gutiérrez, Hospital Dr. Jorge Ibar, Hospital Lord Cochrane, Hospital Dr. Leopoldo Ortega R., Hospital de Puerto Aisén, Hospital Regional de Coihaique
Araucanía Sur	Gorbea, Cunco, Pitrufoquén, Perquenco, Toltén, Saavedra, Carahue, Villarrica, Freire	Hospital de Gorbea, Consultorio Los Laureles, Hospital de Pitrufoquén, Consultorio Perquenco, Hospital de Toltén, Hospital Dr. Arturo Hillerns Larrañaga, Hospital de Carahue, Hospital Dr. Eduardo González Galeno, Consultorio Villarrica, Consultorio Freire
Atacama	Copiapó, Vallenar, Diego de Almagro, Tierra Amarilla, Chañaral	Consultorio Paipote, Consultorio Pedro León Gallo, Consultorio Candelaria Rosario, Consultorio Santa Elvira, Consultorio Estación, Consultorio Hermanos Carrera, Consultorio Joan Crawford Astudillo, Hospital San José del Carmen, Hospital Dr. Florencio Vargas, Hospital Dr. Nicolás Naranjo, Consultorio Tierra Amarilla, Hospital Dr. Jerónimo Méndez Arancibia
Del Libertador Bernardo O'Higgins	Rancagua	Hospital Regional de Rancagua
Del Maule	Talca, Curepto, Parral, Pencahue, Retiro, Villa Alegre, Yervas Buenas, Talca, Cauquenes, Rauco, Chanco, San Javier, Maule	Consultorio Julio Contardo Urzúa, Hospital de Curepto, Hospital San José de Parral, Consultorio Pencahue, Consultorio Marta Estévez, Consultorio Villa Alegre, Consultorio Ignacio Carrera Pinto, Consultorio La Florida, Centro de Salud Familiar Armando Williams, Consultorio Rauco, Hospital Dr. Benjamín Pedreros, Posta de Salud Rural San Javier, Consultorio Maule
Llanquihue, Chiloé y Palena	Cochamó, Curaco de Vélez, Futaleufú, Puerto Varas, Hualaihue, Puerto Montt, Llanquihue	Posta de Salud Rural Cochamó, Consultorio Curaco de Vélez, Hospital de Futaleufú, Centro de Salud Familiar Antonio Varas, Consultorio Río Negro Hornopirén, Consultorio Techo para todos, Hospital de Llanquihue, Hospital de Puerto Montt, Centro de Salud Familiar San Pablo Mirasol (ONG)
Magallanes	Porvenir, Pta. Arenas, Natales	Hospital Dr. Marco Antonio Chamorro, Hospital Dr. Lautaro Navarro Avaria, Consultorio Carlos Ibáñez, Consultorio Dr. Mateo Bencur, Consultorio 18 Septiembre, Consultorio Dr. Thomas Fenton, Consultorio Dr. Juan Damianovic, Hospital Dr. Augusto Essmann Burgos
Metropolitano Central	Santiago	Hospital de Urgencia Asistencia Pública Dr. Alejandro del Río
Metropolitano Norte	Lampa, Recoleta, Machalí, Conchalí, Independencia, Quilicura, Colina, Til Til, Huechuraba	SAPU-José Bauzá Frau, Consultorio Dr. Juan Petrinovic, Centro de Salud Familiar Juanita Aguirre, SAPU-Lucas Sierra, Centro de Salud Familiar Alberto Bachelet Martínez, Consultorio Quinta Bella, Centro de Salud Familiar Cristo Vive, Centro Comunitario de Salud Familiar Cons.Batuco, Consultorio Agustín Cruz Melo, Consultorio Manuel Bustos de Quilicura, Consultorio Irene Frei Cid, Centro de Salud Familiar Colina, Centro de Salud Familiar José Symon Ojeda, Hospital San José, Hospital de Til Til, Consultorio La Pincoya
Metropolitano Occidente	Lo Prado, Peñaflo, Renca, Pudahuel, San Pedro, Padre Hurtado	Consultorio Santa Anita, Consultorio Dr. Fernando Monckeberg, Consultorio Dr. Hernán Urzúa Merino, Consultorio Pudahuel Estrella, Posta de Salud Rural San Pedro, Centro de Salud Familiar Juan Pablo II de Padre Hurtado
Metropolitano Sur	Isla de Maipo	Centro de Salud Familiar Isla de Maipo
Metropolitano	Pte. Alto, La Granja,	Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río, Consultorio La Granja,

Servicio de Salud	Comuna	Nombre establecimiento
Sur-Oriente	La Pintana, san José de Maipo, La Florida,	Centro de Salud Familiar El Roble, Consultorio Flor Fernández, Consultorio Sor Teresa de Calcuta (Delegado), Consultorio San Rafael, Consultorio Santiago de Nueva Extremadura, Consultorio Santo Tomás, Consultorio Santa Amalia, Centro de Salud Familiar Los Castaños, Consultorio Los Quillayes, Consultorio Dr. Fernando Maffioletti, Hospital San José de Maipo
Ñuble	El Carmen, Quirihue, Ninhue, Ñiquén, san Carlos, Quillón, Pinto, Treguado, Chillán Viejo, Chillán, pemuco, Coelemu, Yungay	Hospital de El Carmen, Hospital de Quirihue, Consultorio Ninhue, Consultorio San Gregorio, Consultorio Teresa Baldechi, Consultorio Quillón, Consultorio Pinto, Consultorio Treguaco, Consultorio Dr. Federico Puga, Consultorio San Ramón Nonato, Consultorio Ultraestación, Centro de Salud Familiar Quinchamá, Consultorio Pemuco, Consultorio San Nicolás, Hospital de Coelemu, Centro de Salud Familiar Isabel Riquelme, Hospital Dr. Pedro Morales
Osorno	Purranque	Consultorio Purranque
Valdivia	Corral, Valdivia, Panguipulli, La Unión, Futrono, Río Bueno	Hospital de Corral, Centro de Salud Familiar Las Ánimas, Consultorio Choshuenco, Centro de Salud Familiar Gil Castro, Consultorio La Unión - Dr. Alfredo Gantz Mann, Consultorio Belarmina Paredes, Consultorio Río Bueno, Centro de Salud Familiar Angachilla
Viña del Mar-Quillota	Viña del Mar, Quintero, Phuncaví, Quilpué, Villa Alemana; Olmué, Limache, La Cruz, Calera, Quillota, Hijuelas, La Ligua, Zapallar, Cabildo, Petorca	Consultorio Cienfuegos, Consultorio Nueva Aurora, Consultorio Miraflores, Consultorio Lusitania, Centro de Salud Familiar Gómez Carreño, Consultorio Marco Maldonado, Consultorio Dr. J.C. Baeza, Consultorio Las Torres, Hospital Adriana Cousiño, Consultorio Ventanas, Consultorio Puchuncaví, Consultorio Quilpué, Consultorio El Belloto, Posta de Salud Rural Pompeya, Posta de Salud Rural Aviador Acevedo, Hospital de Quilpué, Consultorio Villa Alemana, Consultorio Eduardo Frei Montalva, Consultorio Olmué, Hospital Santo Tomás, Consultorio Dr. Miguel Concha, Centro de Salud Cardenal Raúl Silva Henríquez de Quillota, Consultorio Boco, Consultorio San Pedro, Consultorio La Palma, Consultorio La Cruz, Hospital Dr. Mario Sánchez Vergara, Consultorio Artificio, Consultorio Hijuelas, Hospital San Agustín, Posta de Salud Rural Zapallar, Hospital Dr. Víctor Hugo Moll Hospital de Petorca, Consultorio Modulo Odontológico Simón Bolívar, Hospital Juana Ross de Edwards (Peñablanca)
Fte: Elaboración propia, basada en encuesta realizada en conjunto con Departamento de Salud Bucal , MINSAL		



Fte: Elaboración propia.
 Datos encuesta realizada en conjunto con Departamento de Salud Bucal , MINSAL

Figura G.1 Clínicas usando Hg v/s entrega de información sobre riesgos



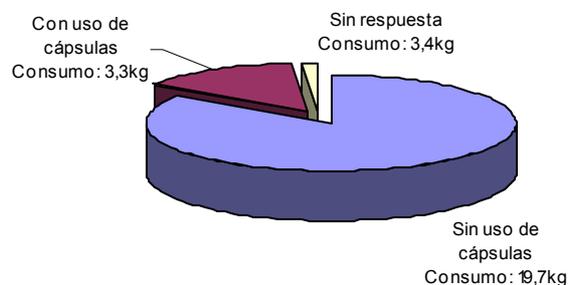
Fte: Elaboración propia.
 Datos encuesta realizada en conjunto con Departamento de Salud Bucal , MINSAL

Figura G.2 Tipo de ventilación en clínica v/s promedio mensual de mercurio utilizado en kg

Cuadro G.2 Condiciones de manipulación del mercurio

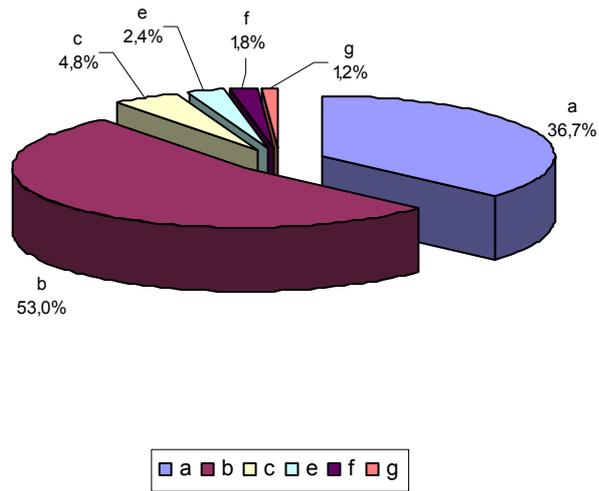
Pregunta	SI		NO		Sin respuesta	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
¿Los frascos de Hg son resistentes y herméticamente cerrados?	145	82,3	20	11,3	11	6,3
¿El Hg se manipula sobre superficie con rebordes para limitar difusión y recuperar si derrama o a la amalgama excedente?	104	59,1	54	30,7	18	10,2
¿Utilizan amalgama en cápsulas?	29	16,5	137	77,8	10	5,7
¿Existe amalgamador mecánico en clínicas de Operatoria?	161	91,5	7	4	8	4,5
¿Existe amalgamador de otro tipo?	21	12	126	71,6	29	16,5
Los saliveros y eyectores de los equipos, ¿tienen filtros para atrapar restos de amalgama?	144	81,8	30	17	2	1,1

Fte: Elaboración propia. Datos encuesta realizada en conjunto con Departamento de Salud Bucal , MINSAL



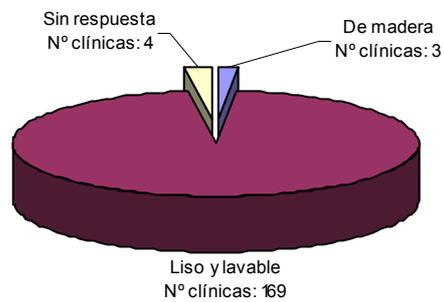
Fte: Elaboración propia.
 Datos encuesta realizada en conjunto con Departamento de Salud Bucal , MINSAL

Figura G.3 Promedio mensual de Hg [kg] v/s uso de amalgama en cápsula



- a) Se recolectan en un frasco y nadie los retira
- b) Se recolectan en un frasco y una empresa externa los retira
- c) Se recolectan en un frasco y el servicio de salud los retira
- d) Se recolectan en un frasco y la Seremi de salud los retira
- e) Se eliminan a través de la basura habitual sin rotular
- f) Se eliminan a través de la basura habitual rotulados y sellados herméticamente
- g) Otro (se va por desagüe a pesar de los filtros y/o residuos van a basura y se INCINERA)

Figura G.4 Disposición de restos de mercurio y/o amalgamas



Fte: Elaboración propia.
 Datos encuesta realizada en conjunto con Departamento de Salud Bucal , MINSAL

Figura G.5 Condiciones del piso en clínicas dentales

ANEXO H.

Clasificación de productos importados conteniendo Hg

*“Arancel Aduanero, Servicio Nacional de Aduanas,
Gobierno de Chile 2007”*

Sección V. PRODUCTOS MINERALES

CAPITULO 26. Minerales metalíferos, escorias y cenizas

PARTIDA: 26.20 Escorias, cenizas y residuos (excepto los de la siderurgia), que contengan metal, arsénico, o sus compuestos.
CÓDIGO DEL S.A.: 2620.6000 --Que contengan arsénico, mercurio, talio o sus mezclas, los tipos utilizados para la extracción de arsénico o de estos metales o para la Elaboración de sus compuestos químicos.

Sección VI. PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS O DE LAS INDUSTRIAS CONEXAS

CAPITULO 28. Productos químicos inorgánicos; compuestos inorgánicos u orgánicos de metal precioso, de elementos radiactivos, de metales de las tierras raras o de isótopos

PARTIDA: 28.05 Metales alcalinos o alcalinotérreos; metales de las tierras raras, escandio e itrio, incluso mezclados o aleados entre sí; mercurio.
CÓDIGO DEL S.A.: 2805.4000 --Mercurio

Sección XVI. MÁQUINAS Y APARATOS, MATERIAL ELÉCTRICO Y SUS PARTES; APARATOS DE GRABACIÓN O REPRODUCCIÓN DE SONIDO, APARATOS DE GRABACIÓN O REPRODUCCIÓN DE IMAGEN Y SONIDO EN TELEVISIÓN, Y LAS PARTES Y ACCESORIOS DE ESTOS APARATOS

CAPITULO 85. Máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos

PARTIDA: 85.06 Pilas y baterías de pilas, eléctricas.
CÓDIGO DEL S.A.: 8506.3010 --Pilas secas de tensión nominal de 1,5 volts

CÓDIGO DEL S.A.: 8506.3090 -- Las demás

PARTIDA: 85.39 Lámparas y tubos eléctricos de incandescencia o de descarga, incluidos los faros o unidades «sellados» y las lámparas y tubos de rayos ultravioletas o infrarrojos; lámparas de arco.

CÓDIGO DEL S.A.:	8539.32	-- Lámparas de vapor de mercurio o sodio; lámparas de halogenuro metálico:
CÓDIGO DEL S.A.:	8539.3210	-- De vapor de mercurio
CÓDIGO DEL S.A.:	8539.3290	-- Las demás
CÓDIGO DEL S.A.:	8539.39	-- Los demás:
CÓDIGO DEL S.A.:	8539.3910	--- De vapor de mercurio o de sodio
CÓDIGO DEL S.A.:	8539.3990	--- Los demás

CAPITULO 90. Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos

PARTIDA: 90.25 Densímetros, areómetros, pesalíquidos e instrumentos flotantes metros, pirómetros, barómetros, higrómetros y sicrómetros, aunque sean registradores, incluso combinados entre sí.
- Termómetros y pirómetros, sin combinar con otros instrumentos:

CÓDIGO DEL S.A.:	9025.1100	-- De líquido, con lectura directa
CÓDIGO DEL S.A.:	9025.1900	-- Los demás
CÓDIGO DEL S.A.:	9025.8000	-- Los demás instrumentos

ANEXO J.

Importaciones y Exportaciones de Mercurio, 1997- 2006”

Estadísticas de Comercio Exterior, PROCHILE

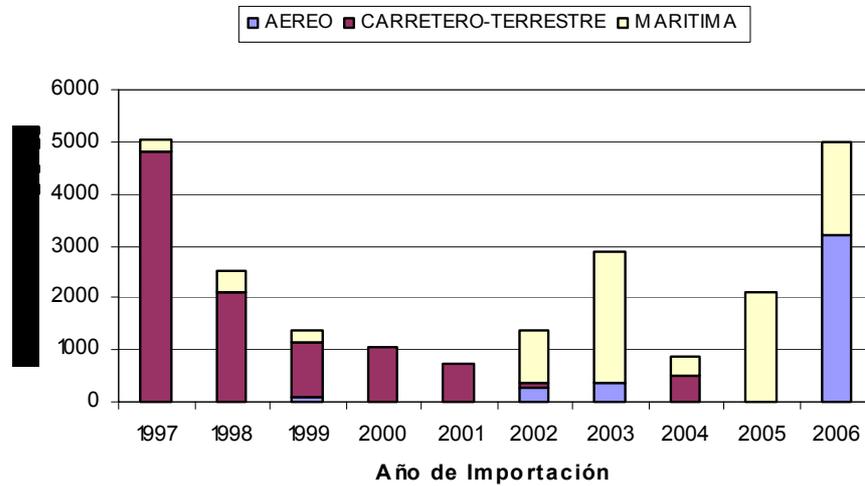


Figura J.1 Importaciones de Hg v/s Tipo de Transporte

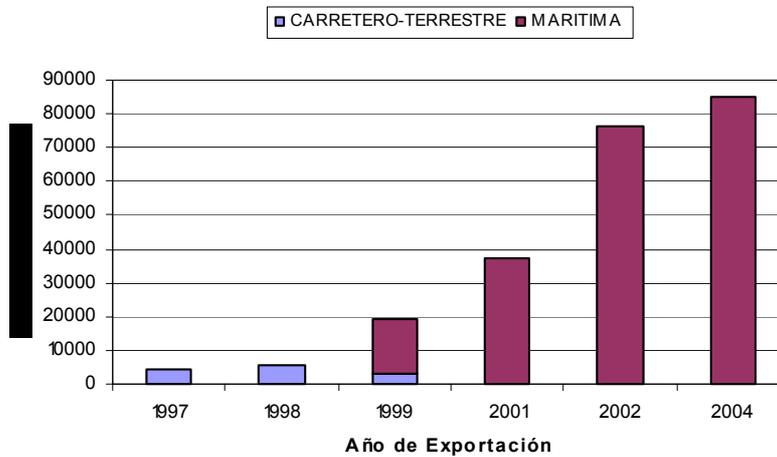


Figura J.1 Exportaciones de Hg v/s Tipo de Transporte

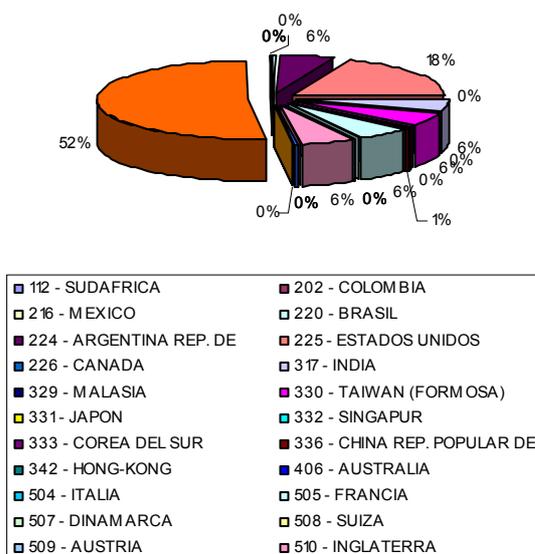


Figura J.3 Importación de Hg (%) v/s país de origen del producto

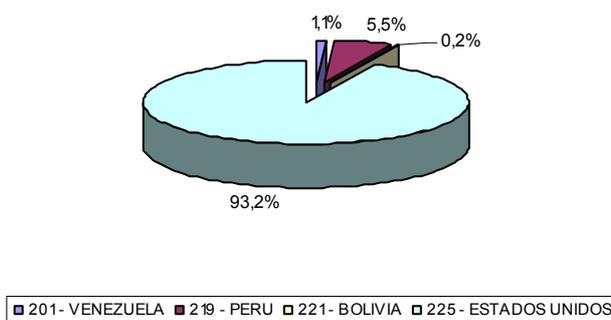


Figura J.4 Exportación de Hg (%) v/s país destino del producto

Cuadro J.1 Importaciones y Exportaciones de Mercurio, 1916-1940

Año	Importación Kg.	Exportación Kg.	Año	Importación Kg.	Exportación Kg.
1916	2.604	316	1929	1.627	--
1917	1.796	--	1930	2.017	163
1918	148	--	1931	907	759
1919	1.133	--	1932	937	313
1920	662	--	1933	9.072	--
1921	1.307	--	1934	3.568	1.063
1922	1.570	--	1935	1.926	--
1923	365	--	1936	6.807	--
1924	822	--	1937	7.863	--
1925	1.516	--	1938	2.951	1.765
1926	1.437	--	1939	3.193	--
1927	1.061	815	1940	2.620	--
1928	1.450	--			

Fte: La Producción de Mercurio en Chile, Fritis, Ricardo^[30]

ANEXO K.

Importaciones y Exportaciones de Productos conteniendo Mercurio, 1997- 2006”

Estadísticas de Comercio Exterior, PROCHILE

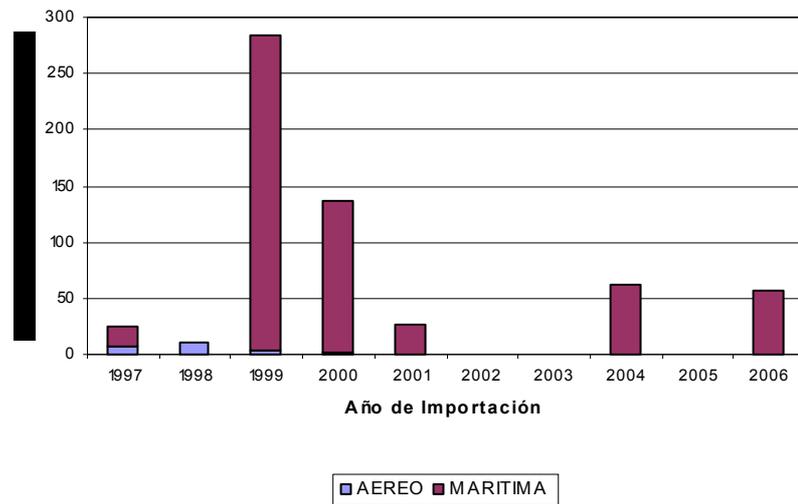


Figura K.1 “Importaciones de Hg [kg] contenido en Instrumentos de medición, control o precisión v/s Tipo de transporte

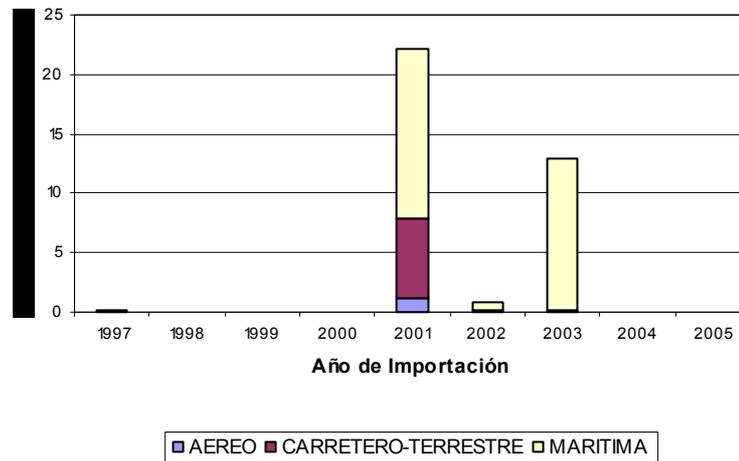


Figura K.2 “Importaciones de Hg [kg] contenido en Pilas y baterías v/s Tipo de transporte

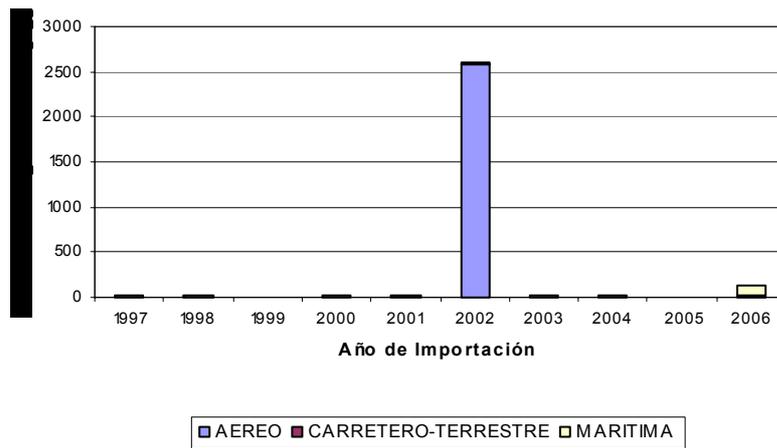


Figura K.3 “Importaciones de Hg [kg] contenido en Tubos eléctricos y lámparas de vapor de Hg v/s Tipo de transporte

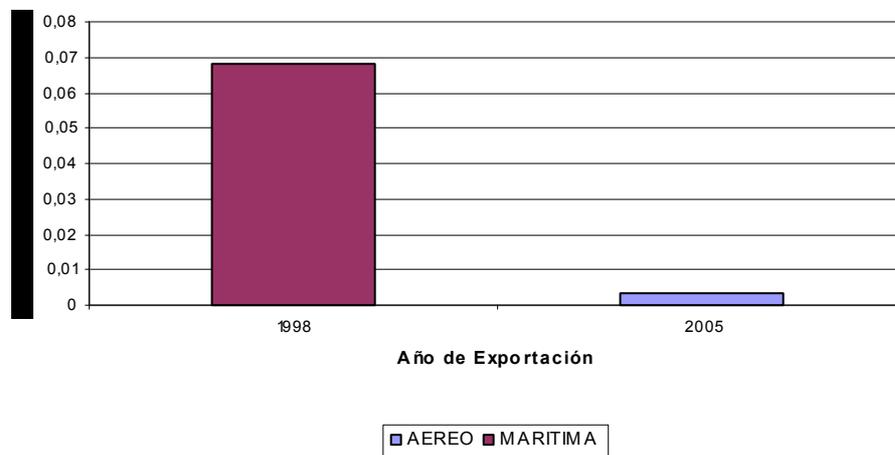


Figura K.4 “Exportaciones de Hg [kg] contenido en Instrumentos de medición, control o precisión v/s Tipo de transporte

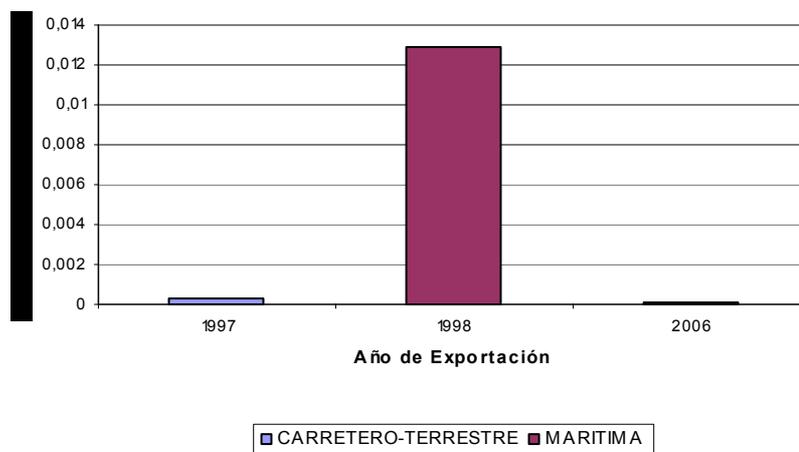
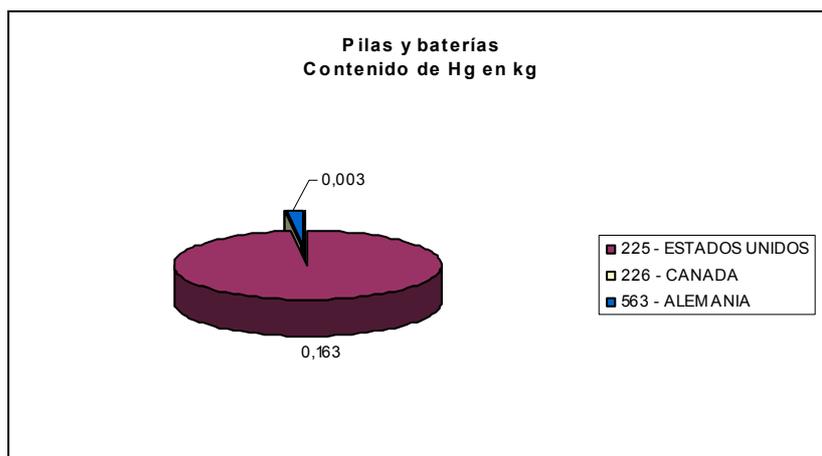
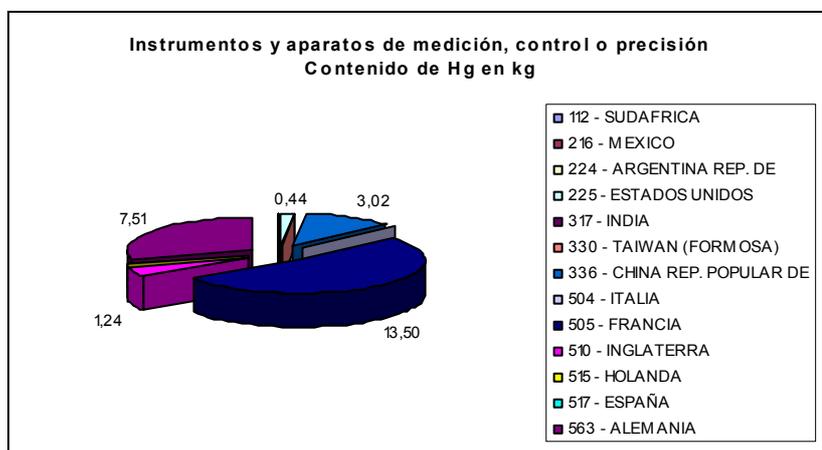


Figura K.5 “Exportaciones de Hg [kg] contenido en Pilas y baterías v/s Tipo de transporte



Figura K.6 “Exportaciones de Hg [kg] contenido en Tubos eléctricos y lámparas de vapor de Hg v/s Tipo de transporte



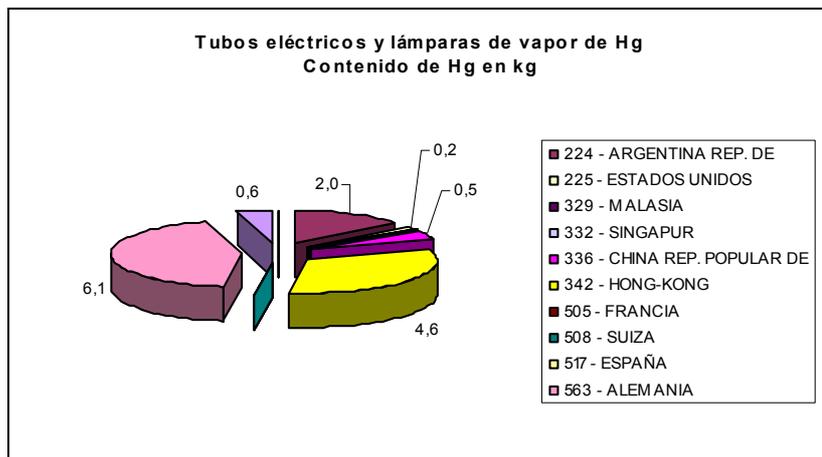
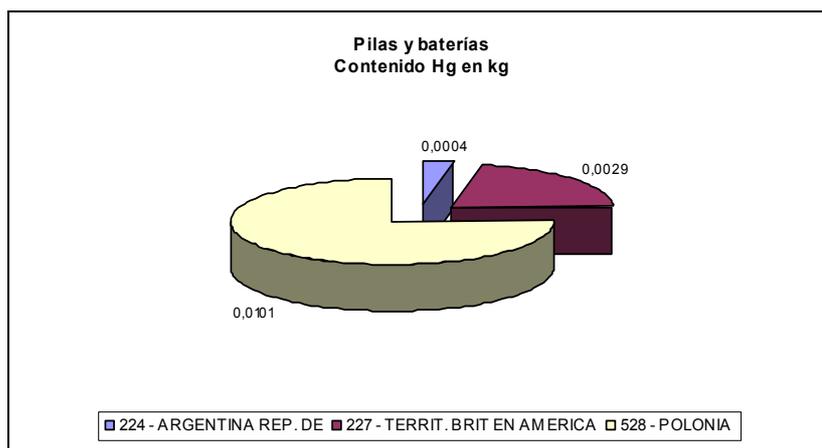
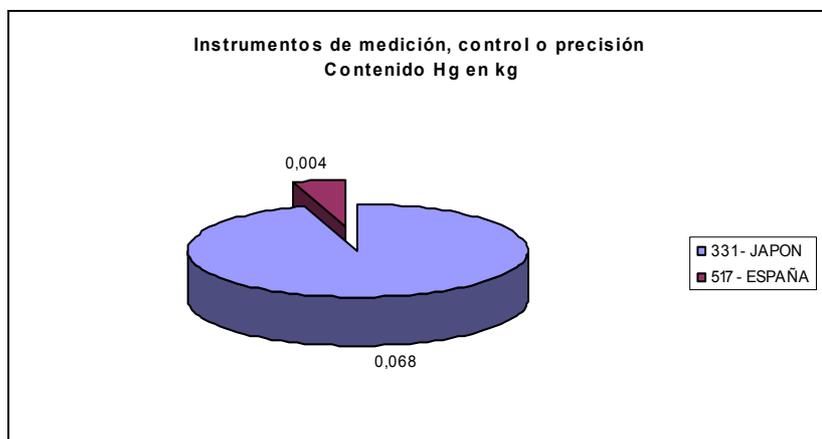


Figura K.7 “Importaciones de Hg [kg] contenido en productos v/s País de origen



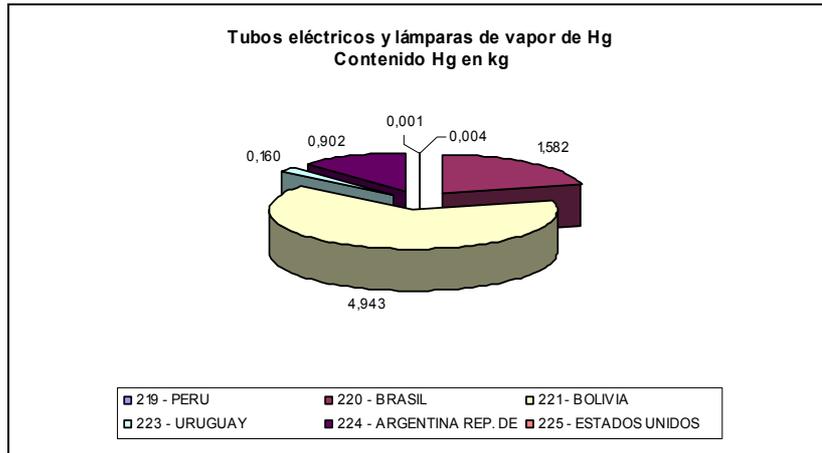


Figura K.8 “Exportaciones de Hg [kg] contenido en productos v/s País destino

ANEXO L.

Encuesta Sobre Uso de Instrumentos que Contienen Mercurio en los Servicios de Salud

“Ejemplo: Serv. de Salud Lib. Bdo. O’Higgins”

MINISTERIO DE SALUD
SUBSECRETARIA DE REDES ASISTENCIALES
DIVISIÓN DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE LAS PERSONAS
UNIDAD DE SALUD OCUPACIONAL

ENCUESTA SOBRE USO DE INSTRUMENTOS QUE CONTIENEN MERCURIO EN LOS SERVICIOS DE SALUD

SERVICIO DE SALUD: **O’HIGGINS**
HOSPITAL: **HOSPITAL REGIONAL RANCAGUA**

La presente encuesta tiene por objeto iniciar una primera etapa de Catastro, que nos permita dimensionar la magnitud del tema a tratar para proponer un Programa adecuado de Manejo, Control, Sustitución progresiva, Almacenamiento y Eliminación del uso del mercurio en el Sector Salud.

El período sobre el cual se recojan datos será el año 2005 completo.

Se sugiere dirigirse a la Central de Compras y/o Abastecimiento del H Base para obtenerlos globalmente y completar los datos, si es necesario, con las Enfermeras Supervisoras.

1. Número total de Termómetros y Esfigmomanómetros que se adquirieron en el Hospital Base en año 2005:

TERMOMETROS	ESFINGOMANOMETROS
7512	11

2. Distribución de termómetros y esfigmomanómetros por Servicios año 2005.

ESFINGOMANOMETROS

SERVICIO	N ° DISTRIBUIDO
URGENCIA ADULTO	10
CIRUGIA INFANTIL	1

TERMOMETROS

SERVICIO	N ° DISTRIBUIDO
CIRUGIA	412
CIRUGIA INFANTIL	276
HEMODIALISIS	12
MATERNIDAD	620
MEDICINA	1200
NEONATOLOGIA	517
NEUROCIRUGIA	163
OFTALMOLOGIA	57
OTORRINO	54
PABELLON ESPECIALIDADES	30
PABELLON GENERAL	34
PEDIATRIA	560
PENSIONADO GENERAL	800
PENSIONADO MATERNIDAD	34
PSIQUIATRIA	7

SAPU	193
TRAUMATOLOGIA	95
UCI	380
URGENCIA ADULTOS	1810
UROLOGIA	85
TOTAL ENTREGADOS AÑO 2005	7339

3. Si existe el dato:

- **Número de termómetros quebrados por Servicio año 2005.**

7339; los termómetros se entregan como reposición de los quebrados.

- **Numero de esfigmomanómetros desechados por Servicio año 2005.**

5 esfigmomanómetros fueron desechados en el año 2005, dato entregado por encargado de la Unidad de Equipos Médicos HRR.

4. ¿Existe un lugar específico de almacenamiento en el Hospital, destinado a este tipo de material roto o en mal estado?

No, solo vertedero y en algunos casos la Unidad de Equipos Médicos acumula en frascos de vidrios el mercurio para reutilizarlo.

Si la respuesta es si, mencione por favor:

5. ¿Existe algún Servicio que haya adquirido Termómetros y esfigmomanómetros Digitales en el hospital?

No, en el año 2006 empezaron a llegar los primeros por medio de donaciones, principalmente a los Servicios Clínicos como por ejemplo, Pediatría y Neonatología.

Si la respuesta es si, mencione cual:

Elaborado por: Dra. Elba Rodríguez Pizarro
 Jefa Unidad Salud Ocupacional
 Ministerio de Salud, Chile

ANEXO M.

Análisis Estadístico Sobre el Uso de Instrumentos con Mercurio en los Servicios de Salud, 2005

Cuadro M.1 Resumen de adquisición de instrumentos con mercurio

Nº	Servicio de Salud	Nombre establecimiento (Tipo x)	Nº term. adquiridos	Masa de Hg [kg] por term. (~1,75gHg/u)	Nº esfigm. Adquiridos	Masa de Hg [kg] por esfig. (~40gHg/u)
1	Iquique	(1) Iquique, Hospital Regional de	3218	5,6	7	0,3
2	Antofagasta	(3) Calama, Hospital de	1611	2,8	13	0,5
3	Atacama	(2) Copiapó, Hospital Regional de	6000	10,5	10	0,4
4	Valparaíso-San Antonio	(1) Carlos Van Buren, Hospital	8640	15,1	5	0,2
5	Aconcagua	(2) San Camilo de San Felipe, Hospital	3272	5,7	60	2,4
6	Metropolitano Norte	(2) San José, Hospital de Independencia	7104	12,4	2	0,1
7	Metropolitano Central	(1) San Borja-Arriarán, Hospital Clínico	8040	14,1	9	0,4
8	Metropolitano Oriente	(1) Del Salvador, Hospital	6634	11,6	150	6,0
9	Metropolitano Sur	(1) Barros Luco-Trudeau, Hospital	7433	13,0	8	0,3
10	Metropolitano Sur-Oriente	(1) Dr. Sótero del Río, Hospital	9600	16,8	9	0,4
11	Del Lib. Bdo. O'Higgins	(1) Rancagua, Hospital Regional de	7512	13,1	11	0,4
12	Del Maule	(1) Curicó, Hospital de	2404	4,2	28	1,1
13	Del Maule	(1) Talca, Hospital Regional de	7200	12,6	120	4,8
14	Del Maule	(2) Linares, Hospital Base de	4080	7,1	9	0,4
15	Ñuble	(1) Chillán, Hospital de	6816	11,9	18	0,7

16	Ñuble	(2) San Carlos, Hospital de	2064	3,6	12	0,5
17	Ñuble	(4) Bulnes, Hospital de	591	1,0	11	0,4
18	Ñuble	(4) El Carmen, Hospital de	378	0,7	8	0,3
19	Ñuble	(4) Yungay, Hospital de	360	0,6	4	0,2
20	Ñuble	(4) Coelemu, Hospital de	720	1,3	6	0,2
21	Ñuble	(4) Quirihue, Hospital de	324	0,6	10	0,4
22	Biobio	(1) Los Angeles, Hospital de	5631	9,9	5	0,2
23	Arauco	(3) Curanilahue, Hospital de	1512	2,6	12	0,5
24	Araucanía Norte	(2) Angol, Hospital de	2332	4,1	30	1,2
25	Araucanía Sur	(1) Temuco, Hospital Regional de	1104	1,9	15	0,6
26	Valdivia	(1) Valdivia, Hospital Clínico Regional de	6102	10,7	57	2,3
27	Osorno	(1) Osorno, Hospital Base de	3224	5,6	53	2,1
28	Aisén	(2) Coyhaique, Hospital Regional	1512	2,6	0	0,0
29	Magallanes	(2) Punta Arenas, Hospital Regional	4427	7,7	36	1,4
	TOTAL		119845	209,7	718	28,72
Fte: Elaboración propia. Datos encuesta sobre uso de instrumentos con mercurio , MINSAL						

Cuadro M.2 Nivel de complejidad en Serv. de Salud

Sistema de Atención Cerrada	Sistema de Atención Abierta	Nivel de Complejidad
Hospital tipo 4	CESFAM, Consultorio Gral. Urbano, Consultorio Rural, Posta Rural de Salud, S.A.P.U.	Baja
Hospital Tipo 2 (de labor gral.) Hospital Tipo 3	Consultorio Especialidades (C.A.E.), Centro Referencia Salud (C.R.S.)	Media
Hospital Tipo 1 Hospital Tipo 2 Instituto de Especialidades	Consultorio Especialidades (C.A.E.), Centro Diagnóstico Terapéutico (C.D.T.)	Alta
Fte: Elaboración propia en base a datos MINSAL		

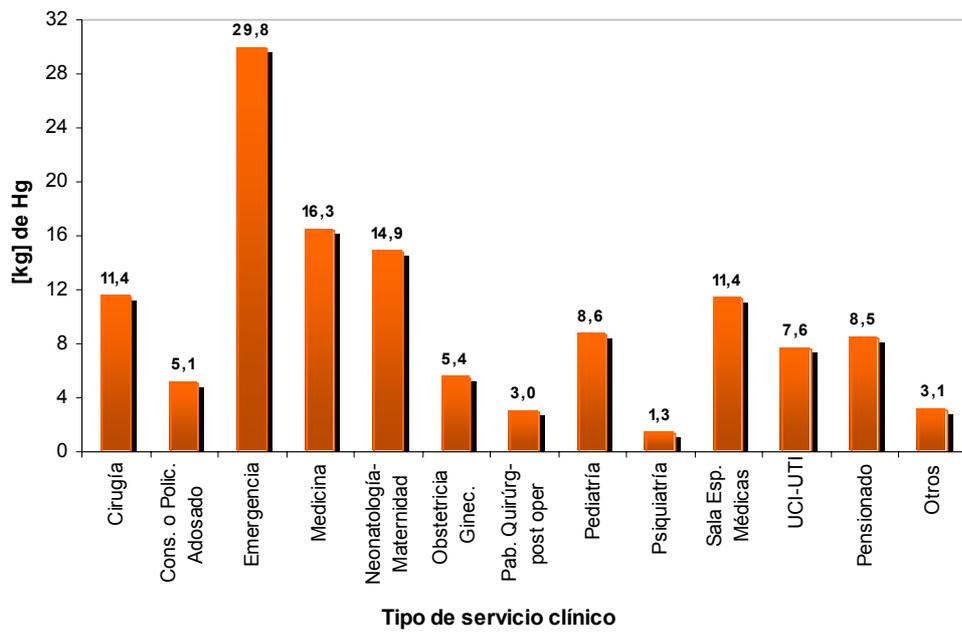


Figura M.1 Adquisición de Hg en termómetros por distribución en servicios clínicos

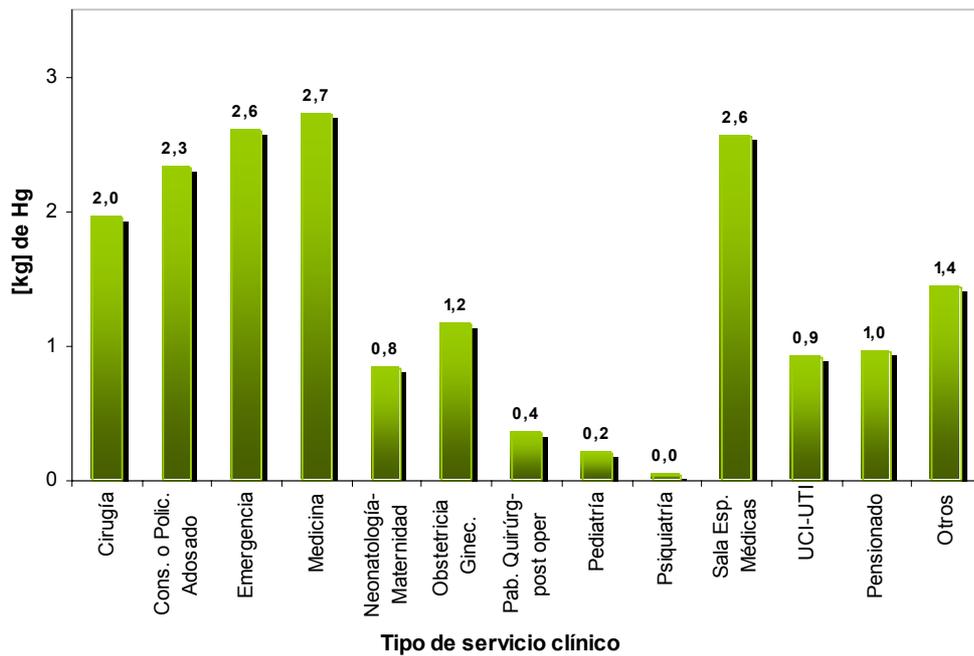


Figura M.2 Adquisición de Hg en esfigmomanómetros por distribución en servicios clínicos

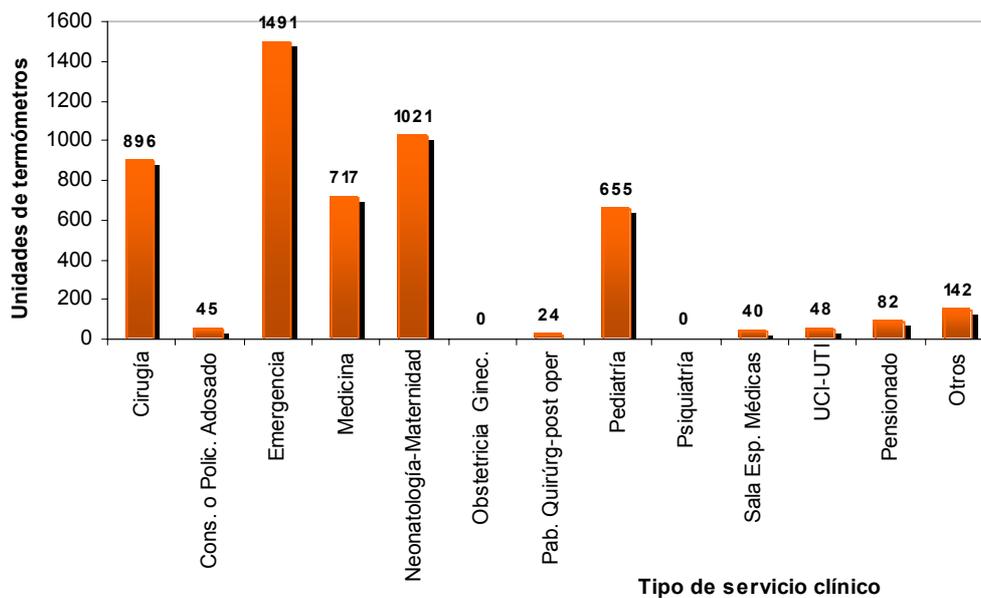


Figura M.3 Distribución de Termómetros quebrados por servicio clínico (sólo siete serv. de salud otorgaron información)

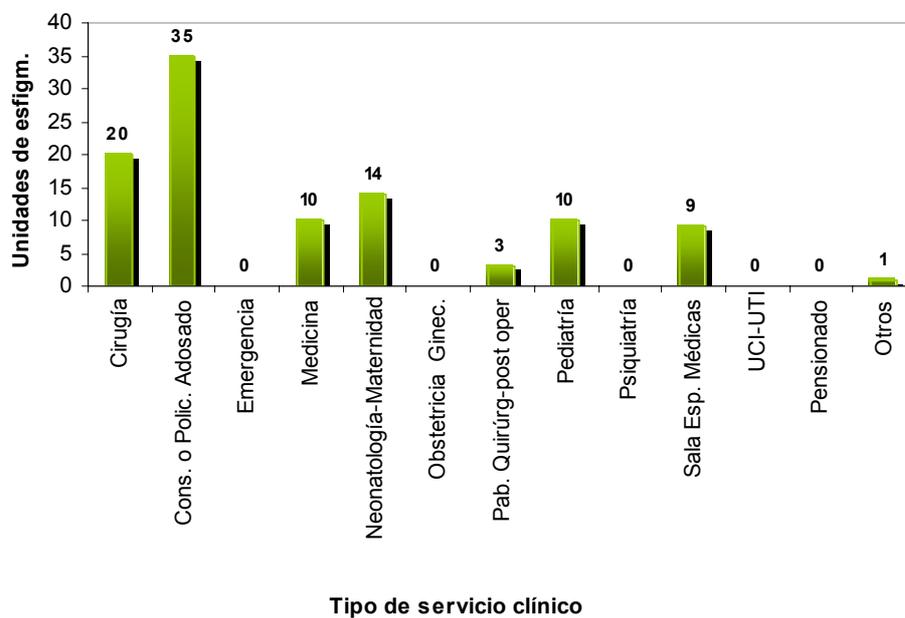


Figura M.4 Distribución de Esfigmomanómetros desechados por servicio clínico (sólo siete serv. de salud otorgaron información)

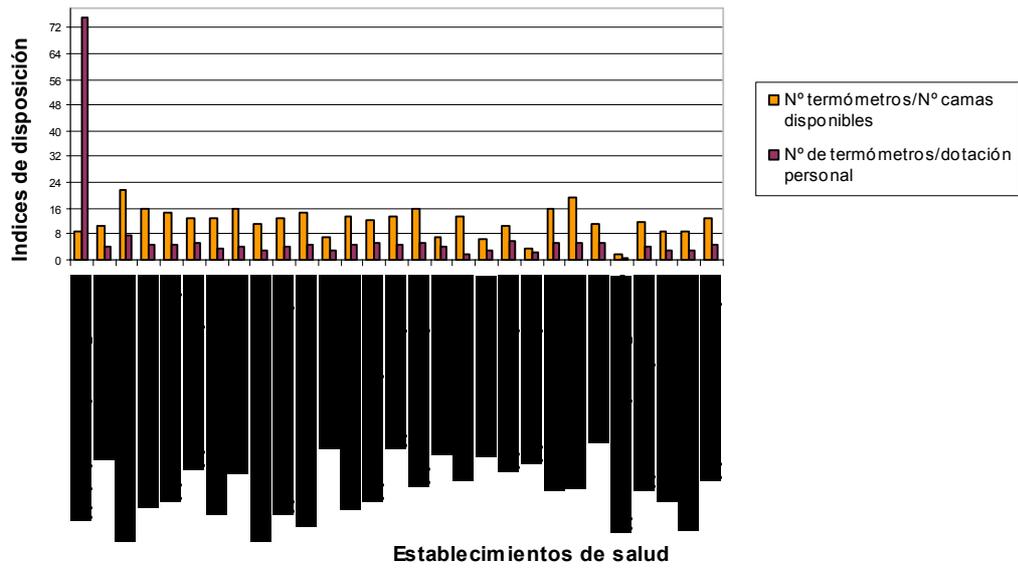


Figura M.5 Índices de disposición de termómetros por establecimientos de salud

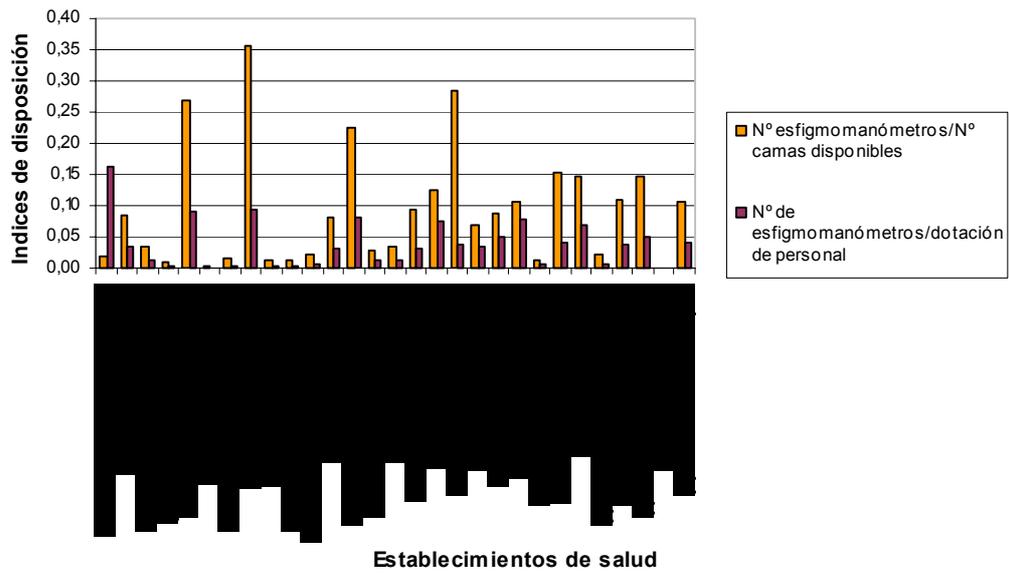


Figura M.6 Índices de disposición de esfigmomanómetros por establecimientos de salud

ANEXO N.

Catastro Depósitos de Residuos Mineros, III y IV Regiones

Cuadro N.1 Depósitos de residuos mineros, III Región de Atacama

Provincia	Comuna	Plantas de beneficio de Mineral	Depósitos de Residuos Mineros
Chañaral	Chañaral	10 Plantas: - 8 actualmente en operación. - 2 sin operar.	23 depósitos de residuos Mineros: - 8 tranques de relaves. - 7 embalses de agua con solución. - 5 depósitos de rípios de lixiviación. - 3 depósitos de relaves.
	Diego de Almagro	31 Plantas: - 19 actualmente en operación. - 12 sin operar.	48 depósitos de residuos Mineros: - 16 tranques de relaves. - 14 depósitos de rípios de lixiviación. - 13 embalses de agua con solución. - 5 depósitos de relaves.
	Número total de plantas de beneficio de mineral : 41 Número total de depósitos de residuos mineros : 71		
Copiapó	Caldera	1 Planta sin operar.	1 Tranque de relaves.
	Copiapó	52 Plantas: - 32 actualmente en operación. - 20 sin operar.	97 depósitos de residuos mineros: - 84 tranques de relaves. - 7 embalses de agua con solución. - 4 depósitos de rípio de lixiviación. - 2 depósitos de relaves.
	Tierra Amarilla	13 Plantas: - 11 actualmente en operación. - 2 sin operar.	19 depósitos de residuos mineros: - 19 tranques de relaves.
Número total de plantas de beneficio de mineral : 66 Número total de depósitos de residuos mineros : 117			

Provincia	Comuna	Plantas de beneficio de Mineral	Depósitos de Residuos Mineros
Huasco	Freirina	3 Plantas: - 1 actualmente en operación. - 2 sin operar.	3 depósitos de residuos mineros: - 2 tranques de relaves. - 1 depósito de relaves.
	Vallenar	23 Plantas: - 16 actualmente en operación. - 7 sin operar.	22 depósitos de residuos mineros: - 17 tranques de relaves. - 5 depósitos de relaves.
	Número total de plantas de beneficio de mineral : 26 Número total de depósitos de residuos mineros : 25		
Total de Plantas en la III Región : 133 Total de Depósitos de residuos Mineros en la III Región : 213			
Fte: "Levantamiento Catastral de los tranques de relaves en Chile, Etapa C." ^[32]			

Cuadro N.2 Depósitos de residuos mineros, III Región de Atacama

Provincia	Comuna	Plantas de Beneficio de Mineral	Depósitos de Residuos Mineros
Choapa	Illapel	30 Plantas: - 20 actualmente en operación. - 5 sin operar.	63 depósitos de residuos mineros: - 62 tranques de relaves. - 1 deposito de rípios de lixiviación.
	Los Vilos	5 Plantas: - 1 actualmente en operación. - 4 sin operar.	6 depósitos de residuos mineros: - 6 tranques de relaves.
	Mincha	3 Plantas: - 3 actualmente en operación.	5 depósitos de residuos mineros: - 5 tranques de relaves.
	Salamanca	11 Plantas: - 5 actualmente en operación. - 6 sin operar.	14 depósitos de residuos mineros: - 12 tranques de relaves. - 2 embalses de agua con solución.
	Número total de plantas de beneficio de mineral : 49 Número total de depósitos de residuos mineros : 88		
Elqui	Andacollo	66 Plantas: - 39 actualmente en operación. - 27 sin operar.	140 depósitos de residuos mineros: - 138 tranques de relaves. - 1 depósito de rípios de lixiviación. - 1 embalse de aguas con solución.
	Coquimbo	6 Plantas: - 4 actualmente en operación. - 2 sin operar.	15 depósitos de residuos mineros: - 13 tranques de relaves. - 2 depósitos de relaves.

Provincia	Comuna	Plantas de Beneficio de Mineral	Depósitos de Residuos Mineros
	La Higuera	19 Plantas: - 10 actualmente en operación. - 9 sin operar.	36 depósitos de residuos mineros: - 34 tranques de relaves. - 2 depósitos de relaves.
	La Serena	24 Plantas: - 12 actualmente en operación. - 12 sin operar.	35 depósitos de residuos mineros: - 33 tranques de relaves. - 2 depósitos de rípios de lixiviación.
	Paiguano	1 Plantas: - 1 actualmente en operación.	1 depósitos de residuos mineros: - 1 tranques de relaves.
	Vicuña	9 Plantas: - 6 actualmente en operación. - 3 sin operar.	25 depósitos de residuos mineros: - 21 tranques de relaves. - 2 depósitos de relaves filtrados. - 2 depósitos de rípios de lixiviación.
	Número total de plantas de beneficio de mineral : 125 Número total de depósitos de residuos mineros : 252		
Limarí	Combarbalá	23 Plantas: - 9 actualmente en operación. - 4 sin operar.	23 depósitos de residuos mineros: - 22 tranques de relaves. - 1 embalse de aguas con solución.
	Monte Patria	5 Plantas: - 4 actualmente en operación. - 1 sin operar.	7 depósitos de residuos mineros: - 7 tranques de relaves.
	Ovalle	12 Plantas: - 8 actualmente en operación. - 4 sin operar.	27 depósitos de residuos mineros: - 17 tranques de relaves. - 2 depósitos de rípios de lixiviación. - 8 embalses de aguas con solución.
	Punitaqui	11 Plantas: - 4 actualmente en operación. - 7 sin operar.	24 depósitos de residuos mineros: - 17 tranques de relaves. - 3 depósitos de relaves. - 4 depósitos de rípios de lixiviación.

Provincia	Comuna	Plantas de Beneficio de Mineral	Depósitos de Residuos Mineros
	Río Hurtado	1 Plantas: - 1 sin operar.	1 depósitos de residuos mineros: - 1 tranques de relaves.
Número total de plantas de beneficio de mineral : 42 Número total de depósitos de residuos mineros : 82			
Total de Plantas en la IV Región : 216 Total de depósitos de residuos Mineros en la IV Región : 422			
Fte: "Levantamiento Catastral de los tranques de relaves en Chile", Etapa A. ^[33]			



(Contenido de 8-12g de oro/ton con contenido de "azogue" o Hg)

Fotografía N.1 Depósitos de residuos mineros Planta Guggiana, III Región



**Fotografía N.2 Depósitos de residuos mineros
Planta Ojos de Agua, III Región**



Contenido prom. de 357[g de Hg/ton] ^[34]

Fotografía N.3 Depósitos de residuos mineros “Pabellón”, III Región



Contenido prom. de 1091[g de Hg/ton] ^[34]
(Cuidadores del sitio poseen pequeña huerta sobre residuos mineros)

Fotografía N.4 Depósitos de residuos mineros “Totalillo (Porvenir)”, III Región



Fotografía N.5 Toma de muestra estratos verticales “Totalillo”, III Región

Cuadro N. 3 Resultados de concentraciones de mercurio en estratos verticales de cuatro muestras del tranque “Totoralillo”, III Región.

Profundidad (cm)	Muestra1 Hg (g/t)	Muestra2 Hg (g/t)	Muestra3 Hg (g/t)	Muestra4 Hg (g/t)
0-25	1357	870	174	1272
25-50	1354	893	503	1463
50-75	1450	1011	936	1418
75-100	1181	919	453	1525
100-125	1142	1088	439	1457
125-150	1091	1185	239	691
150-175	1106		490	

Fte: Silva B. Washington, “Presencia de mercurio en tranques de relaves de plantas de amalgamación en la Región de Atacama (CHILE)”^[34]



Fotografía XIII.6



Depósitos de residuos mineros dentro de la ciudad de Andacollo”, IV Región



Fotografía XIII.7



Depósitos de residuos mineros antigua explotación Hg, “Mina Punitaqui”, IV Región



Fotografía N.8 Depósitos de residuos mineros “Minera Los Tellos”, IV Región



ANEXO O.

Normativa Aplicable

Cuadro O.1 Resumen de valores límites aceptados para el mercurio

Medio	Valor	Organismo o País	Fuente	
Agua	<i>Agua Potable</i>	0,001 mg/L	OMS	LAU-BW, 1989 en: GTZ
		0,001 mg/L	Comunidad Europea, Canadá, Alemania	DVGW, 1985 en:GTZ
		0,001 mg/L	Japón	MERIAN, 1984 en: GTZ
		0,002 mg/L	EEUU/EPA: Safe drinking water act	2004 en: [15]
		0,003 mg/L	Suiza	MERIAN, 1984 en: GTZ
		0,005 mg/L	Ex - URSS	MERIAN, 1984 en: GTZ
	<i>Aguas Superficiales</i>	0,0005 mg/L	Comunidad Europea, Alemania (Límite para tratamiento natural)	DVGW 1985 en: GTZ
		0,001 mg/L	Comunidad Europea, Alemania (Límite para tratamiento físico y químico)	DVGW 1985 en: GTZ
		0,001 mg/L	Chile: RILes a aguas marinas y superficiales continentales	Norma de emisión para regulación de contaminantes asociados a descargas de RILes, 2000.
	<i>Riego</i>	0,002 mg/L	Alemania	DVGW 1985 en: GTZ
		0,00005 mg/L	Chile: Agua Clase 1 y 2.	Normas Secundarias de Calidad Ambiental
	<i>Descarga RILes</i>	0,001 mg/L	Chile: máx. Permitido en condiciones de vulnerabilidad media	Norma de Emisión de RILes a aguas subterráneas, 2002.
	0,02 mg/L	Chile: RILes a sistemas de alcantarillado	Norma de emisión para regulación de contaminantes asociados a descargas de RILes, 2004	
Aire	<i>Lugar de trabajo</i>	0,01 mg/m ³	ACGIH/EEUU (Valor TWA para compuesto orgánicos)	ACGIH 1984 en: GTS
		0,01 mg/m ³	Alemania (Valor MAK para compuestos orgánicos)	DFG 1994 en:GTS
		0,025 mg/m ³	ACGIH/EEUU (Valor TLV)	ACGIH Threshold limit value (1994) en TEE
		0,03 mg/m ³	EEUU (Valor STEL para compuestos orgánicos)	MERIAN 1984 en: GTZ
		0,05 mg/m ³	Japón, Países Bajos, Suecia, Finlandia	MERIAN 1984 en: GTZ
		0,1 mg/m ³	Alemania (Valor MSK para Hg Metálico)	DFG 1994 en: GTZ
		0,1 mg/m ³	OSHA/EEUU ("Aceptable ceiling concentration")	OSHA:29 CFR 1910.1000 (1993) en:TEE
Suelo		0,3 mg/kg	Países Bajos	Terra Tech 6/94 en: GTZ
		0,8 mg/kg	Suiza	BAFUB 1987 en: GTZ
		1,0 mg/kg	Gran Bretaña (huertas)	Sauerbeck 1986 en: GTZ
		1,5 mg/kg	Gran Bretaña (Jardines privados)	Sauerbeck 1986 en: GTZ

Medio		Valor	Organismo o País	Fuente
Alimentos	<i>Límites para consumo humano</i>	0,2 mg/sem.	OMS (consumo máximo semanal de Hg orgánico)	Clark, 1992 en: EDF
		0,3 mg/sem.	OMS (consumo máximo semanal de Hg total)	Clark, 1992 en: EDF
		0,021 mg/día	EEUU/US exposure limit	Eisler 1987 en: EDF
	<i>Leche, queso</i>	0,01 mg/kg	Alemania	Grossklaus 1989 en: GTZ
	<i>Huevos, carne, Pollo</i>	0,03 mg/kg	Alemania	Grossklaus 1989 en: GTZ
	<i>Embutidos</i>	0,05 mg/kg	Alemania	Grossklaus 1989 en: GTZ
	<i>Hígado, Riñones</i>	0,1 mg/kg	Alemania	Grossklaus 1989 en: GTZ
	<i>Pescados y mariscos</i>	0,3 mg/kg	Comunidad Europea	CE 1986 en: EDF

Fte: "Manejo Ambiental en la Pequeña Minería"^[19]

**Cuadro O.2 Disposiciones sobre el Mercurio
"Acuerdos o Instrumentos internacionales"**

Acuerdo o instrumento internacional	Regiones cubiertas por el acuerdo o instrumento	Pertinencia del acuerdo o instrumento con respecto al mercurio	Tipos de medidas dirigidas al mercurio que se establecen en el acuerdo o instrumento
Convenio LRTAP y su protocolo de Aarhus de 1998 sobre metales pesados	Europa Central y Oriental, Canadá y Estados Unidos	Se ocupa del mercurio y de sus compuestos en las liberaciones, productos, desechos, etc.	Definición de objetivos, compromisos vinculantes sobre reducción de las liberaciones, recomendaciones y vigilancia
Convenio OSPAR	Nordeste Atlántico, mar del Norte inclusive (comprende las aguas interiores y las aguas territoriales marinas de las Partes)	Se ocupa del mercurio y de sus compuestos en las liberaciones, productos, desechos, etc.	Definición de objetivos, compromisos vinculantes sobre reducción de las liberaciones, recomendaciones, vigilancia e información
Convenio de Helsinki	Mar Báltico (comprende la entrada del mar Báltico y las cuencas vertientes de estas aguas)	Se ocupa del mercurio y de sus compuestos en las liberaciones, productos, desechos, etc.	Definición de objetivos, compromisos vinculantes sobre reducción de las liberaciones, recomendaciones y vigilancia
Convenio de Basilea	Países a nivel mundial, incluido Chile.	Cualquier desecho que contenga mercurio o esté contaminado por él o sus compuestos se considera peligroso y está sujeto a disposiciones concretas.	Compromisos vinculantes en relación con el transporte internacional de desechos peligrosos, procedimiento de información y aprobación de la importación y exportación de desechos peligrosos
Convenio de Róterdam	Países a nivel mundial, incluido Chile.	Se ocupa de los compuestos inorgánicos del mercurio, compuestos alquílicos del mercurio, compuestos alquílico-oxialquílicos y compuestos arílicos empleados como plaguicidas.	Compromiso vinculante en relación con la importación y exportación de estos compuestos de mercurio cubiertos, procedimientos para el intercambio de información y notificación de exportaciones

Fte: "Evaluación mundial sobre el mercurio", 2002^[1]

**Cuadro O.3 Actividades relativas a los efectos adversos del Hg
“Programas y organizaciones internacionales”**

Programa u organización internacional	Regiones cubiertas	Pertinencia de la organización o programa con respecto al mercurio	Tipos de actividades relacionadas con el mercurio
<i>IARC</i> <i>Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer</i>	Mundial	Trata de la evaluación del riesgo carcinógeno de sustancias químicas, incluido el mercurio, para los humanos	Evaluaciones sobre las distintas sustancias químicas, información, directrices
OIT Organización Internacional del Trabajo	Mundial	Trata de cuestiones sobre la salud y seguridad laboral relacionadas con la utilización de sustancias químicas, incluidas actividades de minería en pequeña escala y el mercurio	Información, directrices, mejora de la capacidad
<i>IPCS</i> <i>Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas</i>	Mundial	Trata de aspectos del mercurio relativos a la salud y al medio ambiente (incluye el mercurio inorgánico y el metilmercurio)	Información (evaluaciones de riesgos, datos científicos e información preventiva)
OCDE Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	Estados miembros de la OCDE	Trata del mercurio y los compuestos del mercurio en liberaciones, productos, desechos, etc.	Información, recomendaciones
PNUMA PAM Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Programa de Acción Mundial	Mundial	Trata de los metales pesados, incluido el mercurio	Definición de objetivos, directrices
ONUDI Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial	Mundial	Trata las actividades industriales sostenibles desde el punto de vista ambiental, incluida la minería artesanal	Información, directrices, mejora de la capacidad
Banco Mundial	Mundial	Aborda actividades industriales sostenibles desde el punto de vista ambiental, incluida la minería artesanal	Información, directrices, mejora de la capacidad
<i>Fte: “Evaluación mundial sobre el mercurio”, 2002^(*)</i>			

**Cuadro O.4 Principales legislaciones aplicables al Hg en países UE^(*)
“Normativa Unión Europea”**

Legislación	Atingencia al mercurio
Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004.	Relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.
Directiva 2005/4/CE de la Comisión, de 19 de enero de 2005.	Modifica la Directiva 2001/22/CE por la que se fijan métodos de toma de muestras y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio y 3-MCPD en los productos alimenticios.
Directiva 2002/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003.	Sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
Reglamento (CE) n° 304/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003.	Relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos.
Corrección de errores de la Decisión 2001/182/CE de la Comisión, de 8 de marzo de 2001.	Deroga la Decisión 93/351/CEE por la que se fijan los métodos de análisis, los planes de muestreo y los niveles máximos de mercurio en los productos de la

(*) Países miembros a Enero 2007: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania y Suecia.

Legislación	Atingencia al mercurio
	pesca.
Reglamento (CE) n° 466/2001 de la Comisión, de 8 de marzo de 2001.	Fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
2001/379/CE: Decisión del Consejo, de 4 de abril de 2001.	Relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados.
Directiva 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001.	Sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.
Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE.	Se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 4/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos.
Decisión 2000/479/CE de la Comisión, de 17 de julio de 2000.	Relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC).
Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000.	Establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, modificada por la Decisión n° 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.
Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998.	Relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996.	Relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación.
Directiva 93/42/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1993.	Relativa a los productos sanitarios (DO L 169 de 2.7.93).
Directiva 91/157/CEE del Consejo, de 18 de marzo de 1991.	Relativa a las pilas y a los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas.
Directiva 91/338/CEE del Consejo de 18 de junio de 1991.	Modifica por décima vez la Directiva 76/769/CEE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos.
88/382/CEE: Decisión del Consejo de 24 de junio de 1988.	Relativa a un complemento del Anexo IV del Convenio relativo a la protección del Rin contra la contaminación química, para el mercurio procedente de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
Directiva 87/416/CEE del Consejo de 21 de julio de 1987.	Modifica la Directiva 85/210/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros referentes al contenido en plomo de la gasolina.
Reglamento (CEE) n° 3687/87 del Consejo de 8 de diciembre de 1987.	Establece un derecho antidumping definitivo respecto de las importaciones de mercurio originario de la Unión Soviética y se percibe definitivamente el derecho antidumping provisional establecido sobre dichas importaciones.
REGLAMENTO (CEE) No 2450/87 DE LA COMISION, de 12 de agosto de 1987.	Establece un derecho Direxctantidumping provisional sobre importaciones de mercurio originario de la URSS
85/613/CEE: Decisión del Consejo de 20 de diciembre de 1985	Relativa a la adopción, en nombre de la Comunidad, de programas y medidas referentes a los desechos de mercurio y de cadmio en el marco del convenio para la prevención de la contaminación marina de origen telúrico.
Directiva 84/414/CEE de la Comisión, de 18 de julio de 1984.	Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los termómetros clínicos de mercurio, de vidrio y con dispositivos de máxima.

Legislación	Atingencia al mercurio
Directiva 84/156/CEE del Consejo, de 8 de marzo de 1984.	Relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
Tercera Directiva 83/381/CEE de la Comisión, de 28 de julio de 1983.	Modifica el Anexo de la Directiva 74/63/CEE del Consejo relativa a la fijación de contenidos máximos para las sustancias y productos indeseables en los alimentos para animales.
Directiva 76/769/CEE del Consejo, de 27 de julio de 1976.	Relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos.
Fte: Elaboración propia a partir de: "Diario Oficial de la Unión Europea" ^[35]	

**Cuadro O.5 Medidas para la “Estrategia Comunitaria sobre el Mercurio”, 2005
“Normativa Unión Europea”**

Objetivo: Reducir las Emisiones de Hg	
Medida 1. La Comisión analizará los efectos de la aplicación de la Directiva IPPC en las emisiones de Hg y determinará si se precisan más medidas, como la fijación de valores límite de emisión de rango comunitario, cuando realice una revisión general de la estrategia antes de finales de 2010. Dicha revisión incluirá un balance de la relación coste-eficacia de los controles que deben realizarse antes del 1 de enero de 2008 en virtud de la Directiva 2001/80/CE para reducir las emisiones de dióxido de azufre de las grandes instalaciones de combustión.	Medida 2. La Comisión exhortará a los Estados miembros y a la industria a que proporcionen más información sobre las emisiones de mercurio y las técnicas de prevención y control con objeto de que puedan extraerse conclusiones en documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles que ayuden a reducir aun más las emisiones. En la segunda edición del documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria cloroalcalina se incluirá información sobre cómo prevenir las emisiones ligadas al cierre de células de mercurio.
Medida 3. La Comisión realizó el 2005 un estudio sobre cómo reducir las emisiones de mercurio de las pequeñas instalaciones de combustión de carbón, en paralelo con el análisis más general efectuado en el marco del programa Aire puro para Europa.	Medida 4. La Comisión examinó el 2005 la aplicación por los Estados miembros de las normas comunitarias de gestión de los residuos de amalgamas dentales y tomará las medidas que sean oportunas para que se apliquen correctamente.
Objetivo: Restringir la Oferta de Hg	
Medida 5. Para contribuir de manera proactiva al esfuerzo organizado a escala mundial que se propone para reducir paulatinamente la producción primera de mercurio e impedir que los excedentes vuelvan a reintroducirse en el mercado, la Comisión proyecta proponer una modificación del Reglamento (CE) n° 304/2003 destinada a ir reduciendo paulatinamente las exportaciones de mercurio de la Comunidad hasta eliminarlas totalmente en 2011.	
Objetivo: Restringir la Demanda de Hg	
Medida 6. A corto plazo, la Comisión encargará al Grupo de expertos en materia de productos sanitarios que examine el uso de mercurio en las amalgamas dentales y solicitará un dictamen al respecto al Comité científico de los riesgos sanitarios y medioambientales con miras a determinar si procede adoptar medidas reguladoras adicionales.	
Medida 7. La Comisión previó presentar en el año 2005 una modificación de la Directiva 76/769/CEE ¹³ para restringir la comercialización de aparatos no eléctricos ni electrónicos de medición y control que contengan mercurio destinados al uso por particulares y a fines sanitarios.	Medida 8. A corto plazo, la Comisión estudiará los pocos productos y técnicas restantes que utilizan pequeñas cantidades de mercurio en la UE. A medio y largo plazo, estos pocos usos podrían estar sujetos a una autorización y a la búsqueda de sustitutos una vez que se adopte el Reglamento REACH ¹⁴ .
Objetivo: Regular Excedentes y Depósitos de Hg	
Medida 9. La Comisión adoptará medidas para fomentar el almacenamiento del mercurio de la industria cloroalcalina, según un calendario coherente con la proyectada eliminación progresiva de las exportaciones de mercurio de aquí a 2011. En primer lugar, la Comisión examinará la posibilidad de llegar a un acuerdo con la industria.	Medida 10. La Comisión estudiará a corto y medio plazo qué conviene hacer con el mercurio presente en los productos que se encuentran en circulación.

Objetivo: Proteger de la Exposición al Hg	
Medida 11. A corto plazo, la EFSA seguirá investigando los niveles de ingesta admisibles de diferentes tipos de peces y marisco para los grupos de población vulnerables (como las mujeres embarazadas y los niños).	Medida 12. La Comisión proporcionará información adicional sobre el mercurio presente en los alimentos cuando disponga de nuevos datos. Se instará a las autoridades nacionales a dar recomendaciones específicas en función de las características locales.
Objetivo: Mejorar la Comprensión sobre el Problema del Hg	
Medida 13. Establecer prioridades para la investigación sobre el mercurio en el Séptimo Programa Marco de IDT y en otros mecanismos pertinentes de financiación.	
Objetivo: Apoyar y Fomentar Iniciativas Internacionales relativas al Hg	
Medida 14. La Comunidad, los Estados miembros y las demás partes interesadas deberían seguir participando en foros y actividades internacionales, asumir compromisos bilaterales y emprender proyectos con terceros países, especialmente en materia de transferencia de tecnología, para afrontar el problema del mercurio.	Medida 15. La Comisión examinará la posibilidad de crear un régimen específico de financiación de proyectos de investigación y proyectos piloto similar al programa CARNOT, que fomenta el uso limpio y eficaz de combustibles sólidos, para reducir las emisiones de mercurio procedentes de la combustión de carbón en países como China, la India, Rusia, etc., que dependen fuertemente de los combustibles sólidos.
Medida 16. La Comunidad debería patrocinar una iniciativa dirigida a que el mercurio esté sujeto al procedimiento PIC del Convenio de Rotterdam.	Medida 17. La Comunidad y los Estados miembros deberían seguir apoyando el trabajo que se realiza al amparo del Protocolo relativo a los metales pesados del Convenio de la CEPE sobre la contaminación atmosférica transfronteriza de larga distancia.
Medida 18. La Comunidad, los Estados miembros y las demás partes interesadas deberían apoyar la Evaluación Mundial del Mercurio del PNUMA, por ejemplo estudiando materiales y aportando conocimientos técnicos y recursos humanos y financieros.	Medida 19. Convendría que la Comunidad y los Estados miembros apoyasen los esfuerzos que se hacen a escala mundial para disminuir el empleo de mercurio en el sector de la extracción de oro como, por ejemplo, el Proyecto mundial sobre el mercurio del PNUMA, el FMMA y la ONUDI. Igualmente, deberían considerar la posibilidad de ayudas a países en desarrollo concretos mediante los diferentes instrumentos de ayuda a la cooperación para el desarrollo, teniendo en cuenta las estrategias nacionales de desarrollo.
Medida 20. Para reducir la oferta de mercurio internacionalmente, sería conveniente que la Comunidad preconizase una reducción paulatina de la producción primaria a escala mundial y animase a otros países a que eviten que los excedentes vuelvan a reintroducirse en el mercado, presentando una iniciativa similar a la del Protocolo de Montreal sobre las sustancias que destruyen la capa de ozono. Con ese fin, la modificación del Reglamento (CE) nº 304/2003 proyectada debería reducir progresivamente las exportaciones de mercurio de la Comunidad hasta eliminarlas totalmente en 2011.	
Fte: "Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo", Estrategia comunitaria sobre el mercurio. ^[36]	

Cuadro O.6 Actividades del Plan de Acción Regional de América del Norte, Fase II, 2000
"Normativa Canadá, Estados Unidos y México"

Actividad 1. Manejo de las emisiones atmosféricas de mercurio	
1a. Normas/reglamentos sobre fuentes fijas de emisión importantes	i. Al año 2006 un 50% de reducción nacional de las emisiones de Hg de las fuentes fijas de importación. ii. Al año 2005, generar recomendaciones adecuadas de la Actividad 1a iii, o bien otra estrategia o tecnología de reducción alternativa. iii. Evaluar y preparar recomendaciones adecuadas para adopción de protocolos de reducción de emisiones más eficientes/efectivos en América del Norte.
1b. Sector de generación de energía eléctrica	i. Investigar opciones y estrategias para reducir emisiones de mercurio del sector de generación de energía eléctrica en un 50%.
1c. Fuentes industriales/comerciales y otras de emisión atmosférica	i. Elaborar protocolos uniformes para determinar importancia de emisiones de mercurio de otras fuentes regionales (ej. calefacción doméstica con leña, extracción y tratamiento de petróleo y gas natural, lixiviado y gases de rellenos sanitarios, etc)

Actividad 2.	Manejo del mercurio en procesos, operaciones y productos
2a. Prácticas de gestión del ciclo de vida y opciones de sustitución del mercurio	<ul style="list-style-type: none"> i. Estudiar y evaluar pertinencia de metodologías y procesos existentes para rastrear importaciones y exportaciones de mercurio destinado a la manufactura o a su uso en procesos y productos. ii. Promover prácticas de gestión del ciclo de vida mediante sistemas de manejo ambiental reconocidos, como ISO 14000. iii. Estimular prácticas de gestión del ciclo de vida mediante la elaboración de un protocolo de América del Norte mostrando inventario integral de la cantidad de mercurio en procesos, operaciones y productos. iv. Apoyar programas e incentivar la sustitución o eliminación gradual del uso de mercurio en productos y procesos. v. Cuando no existan alternativas viables al uso del mercurio, promover uso de mercurio reciclado o recuperado.
2b. Sector de fabricación de vehículos y equipos automotores	<ul style="list-style-type: none"> i. Alentar al sector a adoptar buenas prácticas, de conformidad con el documento técnico 960409 de la Sociedad Internacional de Ingenieros de Automotores. ii. Instar al sector a aplicar las buenas prácticas mencionadas en la Actividad 2a a los vehículos importados a América del Norte. iii. Elaborar, cuando se justifique, sustitutos del mercurio. Cuando no sea posible, elaborar y aplicar un sistema de identificación voluntaria/no reglamentaria (por ejemplo de etiquetado o código de colores). iv. Apoyar la eliminación de dispositivos con mercurio antes de realizar operaciones de desguace o reciclado, creando un programa de información, y estudiando otras iniciativas.
2c. Sector de fabricación de cloro con celdas de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> i. Dar seguimiento al programa voluntario/de carácter no reglamentario para reducir uso de mercurio en industria de producción de cloro con celdas de mercurio en un 50%, hasta 80 toneladas. ii. Colaborar para garantizar que toda nueva instalación de cloro y sosa cáustica construida después del año 2000 cumpla con el valor límite de 0,01g Hg/tonelada de capacidad de producción de cloro. iii. Elabore lineamientos comparables respecto del cierre de instalaciones de cloro y sosa cáustica con celdas de mercurio.
2d. Sector de fabricación de baterías de pila seca	<ul style="list-style-type: none"> i. Garantizar que medidas para control de producto se apliquen a todos los fabricantes de América del Norte, y en productos que se importan. ii. Garantizar que los niveles de contenido de mercurio en las baterías secas importadas a la región del TLC no excedan de los niveles de contenido de mercurio convenidos. iii. Estudiar incentivos para fomentar el desarrollo de tecnologías destinadas a encontrar alternativas para las baterías secas que contienen mercurio, en especial para las pilas de botón.
2e. Sector de interruptores y relevadores eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> i. Alentar la sustitución/reemplazo de los dispositivos eléctricos que contienen mercurio. ii. Cooperar en el desarrollo de un programa de sensibilización y fomentar el establecimiento de iniciativas de recuperación y de reciclado. iii. Aplicar sistema de identificación voluntario/no reglamentario (por ejemplo, de etiquetado o de código de colores). iv. Fomentar el establecimiento de programas de recolección y recuperación de productos eléctricos de conformidad con la Actividad 3.
2f. Sector de fabricación de lámparas	<ul style="list-style-type: none"> i. Adoptar medidas para promover el uso de lámparas con poco mercurio y de gran eficacia. ii. Desarrollar opciones de manejo para otras lámparas que contengan Hg. iii. Fomentar manejo adecuado del ciclo de vida, que incluya la eliminación y reciclado del mercurio de las lámparas de desecho.
2g. Sectores de atención médica y odontológica	<ul style="list-style-type: none"> i. Crear programas que fomenten el estudio de alternativas para el mercurio en el sector. ii. Formular estrategia trinacional para alcanzar la meta de eliminación virtual de los desechos del sector antes del 2005. iii. Promover programas para reducir emisiones al aire y al agua de materiales usados en los tratamientos dentales.
2h. Usos culturales y artesanales	<ul style="list-style-type: none"> i. Ayudar a sus diversas jurisdicciones a detectar las poblaciones que utilizan mercurio en sus prácticas artesanales y culturales, y contribuir a sensibilizar acerca de los peligros por exposición al mercurio. ii. Considerar opciones de gestión voluntaria/no reglamentaria y de carácter reglamentario o de otro tipo, para eliminar los usos del mercurio en contextos culturales y artesanales, como en la indumentaria, joyería y juguetes y juegos infantiles.

<p>2i. Sector de análisis, pruebas, mediciones, calibración y educativo</p>	<p>i. Asegurar que las personas que manejan mercurio estén debidamente entrenadas para reducir su exposición y eliminar las descargas en el medio ambiente.</p> <p>ii. Evaluar posibilidad de reemplazo del mercurio o los dispositivos y reactivos que contienen mercurio por sustitutos que no lo contengan.</p> <p>iii. Fomentar programas informativos en las instalaciones que no están bajo responsabilidad directa.</p> <p>iv. Colaborar en la creación de programas para establecer inventarios de almacenes de mercurio o de los dispositivos y reactivos que contienen mercurio en este sector.</p> <p>v. Colaborar con entidades encargadas de establecer normas (como la American Society of Testing and Materials) para establecer normas equivalentes sin necesidad de que el mercurio sea parte del equipo o procedimiento para establecer estas normas.</p>
<p>Actividad 3. Enfoques para el manejo de residuos de mercurio</p>	
<p>3a. Residuos de la combustión, los procesos industriales y las operaciones de control de la contaminación</p>	<p>i. Fomentar creación de programas para el manejo de desechos en los aspectos de almacenamiento, manipulación, procesamiento y eliminación de desechos de combustión y de procesos industriales.</p> <p>ii. Fomentar estabilización o retiro del mercurio de los desechos cuando exista riesgo de que el mercurio sea liberado en el medio ambiente.</p> <p>iii. Fomentar el mantenimiento de registros de gestión de desechos de combustión y de procesos industriales y de las operaciones de control de la contaminación.</p> <p>iv. Realizar revisión de los programas nacionales a fin de determinar si son adecuados los mecanismos de notificación nacional utilizados para rastrear el destino final de los desechos que contienen mercurio en América del Norte.</p>
<p>3b. Flujos de residuos de incineradores</p>	<p>i. Colaborar en la coordinación de programas de prevención de la contaminación en que se resalten los peligros del mercurio y se sugerirán métodos para reducir los riesgos.</p> <p>ii. Desarrollar políticas y programas de manejo de los desechos dentro de sus jurisdicciones reglamentarias.</p> <p>iii. Procurar establecer normas de emisión equiparables basadas en las buenas prácticas para incineradores de desechos.</p>
<p>3c. Tratamiento de aguas residuales</p>	<p>i. Establecer políticas y programas de prevención de la contaminación dentro de sus jurisdicciones reglamentarias.</p> <p>ii. Iniciar protocolos para detectar, analizar y reducir esas fuentes de mercurio para las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>iii. Fomentar el establecimiento de técnicas de manejo apropiadas para reducir la liberación de mercurio de los biosólidos o efluentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.</p>
<p>3d. Recolección y manipulación de los residuos de mercurio</p>	<p>i. Incentivar programas de gestión de productos para la recolección, recuperación, reciclado y retirada permanente del mercurio en productos que contengan mercurio.</p> <p>ii. Colaborar con el establecimiento de depósitos de recolección del mercurio, así como en la formulación de incentivos para fomentar la recolección, recuperación, reciclado y retirada permanente de lotes de mercurio.</p> <p>iii. Fomentar la educación en torno al mercurio y los programas de recolección del mismo con los procedimientos adecuados de limpieza, manipulación, sustitución o almacenamiento de todos los dispositivos y equipos que lo contengan.</p>
<p>3e. Programa de eliminación del mercurio</p>	<p>i. Fomentar la creación y aplicación de técnicas y métodos eficaces de estabilización y eliminación de los residuos de mercurio.</p> <p>ii. Considerar creación de iniciativa para promover la retirada del mercurio. Las fuentes de emisión que cumplan con las normas correspondientes pero que continúan liberando cantidades residuales de mercurio, pueden compensar esas emisiones retirando o eliminando una cantidad igual o mayor de mercurio del fondo de América del Norte.</p> <p>iii. Estudiar y evaluar viabilidad técnica y socioeconómica de consolidar y retirar de forma permanente las cantidades de mercurio que se deja de comercializar en América del Norte.</p>
<p>3f. Continuación de medidas para la reducción</p>	<p>i. Promover el desarrollo de la investigación sobre nuevas tecnologías de reducción.</p> <p>ii. Promover incentivos que fomenten la adopción de nuevas tecnologías para reducir emisiones.</p> <p>iii. Promover investigación sobre rehabilitación de sitios contaminados con mercurio.</p>

Actividad 4. Investigación, vigilancia, modelación, evaluación e inventario	
4a. Elaboración de datos compatibles y comparables	<ul style="list-style-type: none"> i. Mejorar comparabilidad, precisión, acceso, notificación y cantidad de datos sobre el mercurio, mediante una mayor cooperación trinacional para la planeación, recolección, utilización y evaluación de datos sobre las descargas de mercurio en el medio ambiente. ii. Empezar programa trinacional de garantía y control de calidad para generar mediciones analíticas del mercurio que sean comparables mutuamente aceptables para los tres países.
4b. Red de vigilancia del mercurio en América del Norte	<ul style="list-style-type: none"> i. Coordinar planeación, desarrollo e instrumentación de un Plan de Acción Regional de América del Norte sobre monitoreo, que abarque el mercurio.
4c. Programa de investigación sobre el mercurio de América del Norte	<ul style="list-style-type: none"> i. Colaborar con la Comisión para la Cooperación Ambiental y otros, para promover programas conjuntos de investigación del mercurio. ii. Estudiar establecimiento de buenas prácticas para diseño y gestión de depósitos que atenúen la generación o descarga de compuestos tóxicos de mercurio. iii. Evaluar: contribuciones relativas de las emisiones naturales y antropogénicas de mercurio en el fondo atmosférico mundial y los flujos de mercurio; las diferencias, en caso de haberlas, en la toxicidad relativa y la biodisponibilidad de las diversas formas; el impacto de la dinámica atmosférica (p. ej., el calentamiento del planeta) sobre la caracterización de la especiación y las reacciones del mercurio; las emanaciones de mercurio de suelos y sedimentos contaminados y la necesidad de controlarlas. iv. Elaborar métodos más rentables para reducir los desechos antropogénicos del mercurio. v. Fomentar investigación para el perfeccionamiento de sustitutos del mercurio, que sean más rentables y que presenten menos riesgos.
4d. Modelación del transporte atmosférico del mercurio en América del Norte	<ul style="list-style-type: none"> i. Colaborar con la Comisión para la Cooperación Ambiental para reforzar la cooperación entre sí de los expertos implicados en la vigilancia y modelación de emisiones antropogénicas y transporte y transformación atmosféricos del mercurio.
4e. Inventarios, normas y criterios de notificación	<ul style="list-style-type: none"> i. Determinar los medios de aumentar la comparabilidad de las normas y criterios para reportar la gestión de emisiones y desechos de mercurio. ii. Fomentar la adopción de un umbral de notificación de las instalaciones que fabrican, procesan o utilizan 10libras/5kg de mercurio al año dentro de los registros nacionales de emisión y transferencia de contaminantes. iii. Coordinar Plan de Acción trinacional para el monitoreo y la evaluación de la gestión de emisiones y desechos de mercurio en América del Norte. iv. Evaluar los adelantos logrados para alcanzar la meta nacional de un 50% de reducción de las emisiones antes de 2006. v. Iniciar preparación de inventario de los sitios en América del Norte en que pueden producirse niveles elevados de mercurio debido a actividades humanas o a influencias geológicas naturales.
4f. Nuevos proyectos importantes de construcción	<ul style="list-style-type: none"> i. Evaluar si los procedimientos existentes de evaluación del impacto ambiental incluyen los criterios necesarios para incorporar una evaluación de las posibles descargas de mercurio.
Actividad 5. Actividades de comunicación	
5a. Estrategia trinacional de sensibilización educativa	<ul style="list-style-type: none"> i. Desarrollar una estrategia trinacional de comunicaciones que investigue y exponga opciones para informar a los ciudadanos de América del Norte sobre cómo reducir los riesgos del mercurio y las exposición al mismo.
5b. Información sobre las buenas prácticas	<ul style="list-style-type: none"> i. Establecer mecanismos para dar a conocer experiencias exitosas en las reducciones de mercurio, crear un inventario de avances tecnológicos. ii. Establecer un programa de reconocimientos para premiar públicamente a las entidades que contribuyan a reducir el uso y las descargas de mercurio, y/o que contribuyan a educar a la opinión pública. iii. Elaborar y mantener una lista de expertos y organizaciones científicas, técnicas y especializadas a quienes se puede recurrir para solicitar ayuda respecto a iniciativas de control del mercurio. iv. Crear programas de intercambio para promover el fomento de tecnologías y técnicas que reduzcan las emisiones de mercurio.
5c. Directorio de empresas de reciclado	<ul style="list-style-type: none"> i. Elaborar base de datos de las empresas de América del Norte interesadas en invertir en el reciclado de mercurio proveniente de diversas fuentes de productos y procesos que lo contengan.

Actividad 6. Instrumentación y cumplimiento	
6a. Instrumentación por país	i. Establecer planes nacionales de instrumentación un año después de adoptado este Plan de Acción por el Consejo para determinar la forma y el momento en que se realizarán actividades descritas en este PARAN. ii. Solicitar considerar posibilidad de fijar directrices y normativas para reducir el uso y las descargas de mercurio. iii. Encomendar al Grupo de Trabajo de América del Norte, un año después de la adopción y cada dos años a partir de ahí, notificar públicamente al Consejo de la CCA los avances en la instrumentación de los compromisos y actividades.
6b. Verificación de logros	i. Coordinar desarrollo de los procedimientos de auditoría adecuados, para verificar que las iniciativas de reducción cumplan con los objetivos del plan. ii. Desarrollar estrategia de creación de capacidad para satisfacer las necesidades y prioridades a largo plazo de cada país con miras a instrumentar el PARAN. iii. Evaluar periódica y conjuntamente la relación entre costos y beneficios de las consideraciones voluntarias/no reglamentarias y reglamentarias para seguir reforzando la capacidad de reducir las descargas antropogénicas de Hg.
Fte: "Plan de Acción Regional de América del Norte sobre Mercurio" ^{137]}	

**Cuadro O.7 Revisión normativa aplicable al mercurio para ingreso RETC, Chile
"Normativa en Chile"**

NORMA 1. "DS 90/00 MINSEGPRES Diario Oficial: 07/03/2001 Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Aceites y grasas, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Coliformes fecales o termotolerantes, Cromo hexavalente, Cromo Total, DBO5, Estaño, Fluoruros, Fósforo Total, Hidrocarburos fijos, Hidrocarburos totales, Hierro / hierro disuelto, Índice de Fenol, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Nitrito más Nitrito (y Nox), Nitrógeno Total Kjeldahl, Pentaclorofenol / PCP, Ph, Plomo, Poder espumógeno, Selenio, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Sulfuros, Sustancias Activas de Azul de Metileno, Temperatura, Tetracloroetano, Tolueno / metil benceno / Toluol / Fenilmetano, Triclorometano, Xileno, Zinc.
<i>Obligaciones que establece</i>	Establece los límites máximos para descargas de residuos líquidos a aguas continentales superficiales y marinas.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Son obligados los establecimientos emisores: aquellos cuya CCMD o valor característico sea superior en uno o más parámetros a los de la tabla de la norma. CCMD: Mide los contaminantes en masa o volumen. Aplica a los Servicios Públicos de disposición de aguas servidas. Los establecimientos de servicios sanitarios, que atiendan una población menor o igual a 30.000.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Desde la entrada en vigencia de la norma (sept. 2001) las fuentes existentes deben caracterizar e informar todos sus residuos líquidos y entregar toda otra información relativa al vertimiento de residuos líquidos que la autoridad competente determine conforme a la normativa vigente sobre la materia. No establece obligación de reporte respecto de las fuentes nuevas.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	No establece frecuencia de reporte, sino de monitoreo.
<i>Procedimiento de reporte</i>	No se establecen formalidades específicas para la entrega de información a la autoridad.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Obligación establecida en Decreto Supremo, por aplicación del Artículo 40 de LBGMA.
<i>Servicio al que se reporta</i>	Los organismos fiscalizadores son: SISS, DIRECTEMAR, SEREMI SALUD
<i>Observaciones</i>	Esta norma es aplicable a todas las fuentes emisoras, excepto aquellas que al 3 de Septiembre de 2001 tuviesen aprobado un plan de inversiones, en cuyo plazo aplica desde plazo del plan.

NORMA 2. DS 46/02 MINSEGPRES, Diario Oficial: 17/01/2003 Norma de Emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Aceites y grasas, Aluminio, Arsénico, Benceno, Boro, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Cromo hexavalente, Fluoruros, Hierro / hierro disuelto, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Nitrito más Nitrato (y Nox), Nitrógeno Total Kjeldahl, Pentaclorofenol / PCP, Ph, Plomo, Selenio, Sulfatos, Sulfuros, Tetracloroetano, Tolueno / metil benceno / Toluol / Fenilmetano, Triclorometano, Xileno, Zinc.
<i>Obligaciones que establece</i>	Establece las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlos. No se aplica la norma a las labores de riego, a los depósitos de relaves y a la inyección de las aguas de formación a los pozos de producción en los yacimientos de hidrocarburos.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Son obligados por esta norma sólo los establecimientos emisores: aquellos cuya CCMD o valor característico sea superior en uno o más parámetros a la tabla de la norma.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Desde la entrada en vigencia de la norma (feb. 2003) las fuentes existentes deberán caracterizar e informar todos sus residuos líquidos. No establece obligación respecto de las fuentes nuevas.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	No establece frecuencia de reporte, sino de monitoreo.
<i>Procedimiento de reporte</i>	No se establecen formalidades específicas para la entrega de información a la autoridad.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Obligación establecida en Decreto Supremo, por aplicación del Artículo 40 de LBGMA.
<i>Servicio al que se reporta</i>	Los organismos fiscalizadores son: SISS, SEREMI SALUD.
<i>Observaciones</i>	---
NORMA 3. DS 609/98 MOP, Diario Oficial: 20/07/1998 Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillados	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Aceites y grasas, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cianuro, Cobre, Cromo hexavalente, Cromo Total, DBO5, Fósforo Total, Hidrocarburos totales, Manganeseo, Mercurio, Níquel, Nitrógeno amoniacal (o NH3), Ph, Plomo, Poder espumógeno, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Sulfuros, Temperatura, Zinc. Además, se prohíbe que los riles contengan sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables, sean sólidas, líquidas, gases o vapores, y otras de carácter peligroso, de conformidad a la legislación nacional.
<i>Obligaciones que establece</i>	Establece la cantidad máxima de contaminante permitida para los residuos industriales líquidos, descargados por los establecimientos industriales a los servicios públicos de recolección de aguas servidas, de tipo unitario o separado. Otorga la posibilidad de descargar superando algunos parámetros (DBO5, fósforo, nitrógeno amoniacal, y sólidos suspendidos totales) a los establecimientos que descarguen en sistemas con tratamiento de aguas servidas, autorizados para aplicar cargos tarifarios.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Son generadores los establecimientos emisores: Los establecimientos industriales que descargan efluentes con una carga contaminante media diaria, medida antes de toda forma de tratamiento.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Los establecimientos emisores deben realizar el procedimiento de muestreo de autocontrol. Con a lo menos 90 días de anticipación a la entrada en operación de los sistemas de tratamiento, los establecimientos generadores de riles deberán dar aviso por escrito a la SISS. Las condiciones del autocontrol y fiscalización se contienen en esta norma.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Cuando el establecimiento emisor da el aviso a al SISS de su entrada, ésta le fija mediante resolución el plan de monitoreo e informes periódicos. (art. 11B ley 18.902)
<i>Procedimiento de reporte</i>	No se establecen formalidades específicas para la entrega de información a la autoridad.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Obligación establecida en Decreto Supremo, por aplicación del Artículo 40 de LBGMA.
<i>Servicio al que se reporta</i>	SISS
<i>Observaciones</i>	CIUU: Clasificación industrial Uniforme de todas las Actividades Económicas

NORMA 4. DS 594/99 SALUD Art. 17, Diario Oficial: 29/04/2000 Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Relaves industriales o mineros o aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza.
<i>Obligaciones que establece</i>	Art. 17: Establece la prohibición de incorporarse a las napas de agua subterránea de los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas, embalses o en masas o en cursos de agua en general, los relaves industriales o mineros o las aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza, sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriba en cada caso la autoridad sanitaria.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Este reglamento se refiere a los lugares de trabajo.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Previo al Inicio de las Actividades: Art 20: En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Previo al inicio de la disposición final de los residuos.
<i>Procedimiento de reporte</i>	No se establecen formalidades específicas para la entrega de información a la autoridad.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Reglamento sobre condiciones ambientales básicas en lo lugares de trabajo, por aplicación de normas del Código Sanitario, art. 82.
<i>Servicio al que se reporta</i>	SEREMI SALUD
<i>Observaciones</i>	No obstante esta norma señala un listado de residuos peligrosos, se entiende derogado en ese aspecto, por la entrada en vigencia del Reglamento Sanitario de Residuos Peligrosos.
NORMA 5. DS 594/99 SALUD Art. 18, Diario Oficial: 29/04/2000 Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Los residuos industriales: todo aquel residuo sólido o líquido, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos.
<i>Obligaciones que establece</i>	Los residuos industriales: todo aquel residuo sólido o líquido, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Este reglamento se refiere a los lugares de trabajo.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Previo al Inicio de las Actividades: Art 20: En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Previo al inicio de la disposición final de los residuos.
<i>Procedimiento de reporte</i>	No se establecen formalidades específicas para la entrega de información a la autoridad.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Reglamento sobre condiciones ambientales básicas en lo lugares de trabajo, por aplicación de normas del Código Sanitario, art. 82.
<i>Servicio al que se reporta</i>	SEREMI SALUD
<i>Observaciones</i>	No obstante esta norma señala un listado de residuos peligrosos, se entiende derogado en ese aspecto, por la entrada en vigencia del Reglamento Sanitario de Residuos Peligrosos.

NORMA 6. DS 138/05 SALUD, Diario Oficial: 17/11/2005 Establece Obligación de Declarar Emisiones que Indica	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Contaminantes Atmosféricos. Ácido sulfhídrico / Sulfuro de hidrógeno (o TRS), Arsénico, Benceno, Compuestos Orgánicos Volátiles, Dibenzofuranos policlorados (PCDF), Dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD), Dióxido de carbono (CO ₂), Metano (CH ₄), Monóxido de carbono, MP ₁₀ , Nitrito más Nitrato (y NO _x), Nitrógeno amoniacal (o NH ₃), Partículas Totales Suspendidas (PTS), Plomo, SO _x , Tolueno / metil benceno / Toluol / Fenilmetano.
<i>Obligaciones que establece</i>	Entregar los antecedentes necesarios para la estimación de las emisiones provenientes de cada una de las fuentes. (Información sobre los procesos, niveles de producción, tecnologías de abatimiento y cantidades y tipo de combustibles que empleen).
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Titulares de fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos, que corresponda a los rubros que indica.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Las fuentes deben proporcionar la información sobre los procesos, niveles de producción, tecnologías de abatimiento y cantidades y tipo de combustibles que empleen. La autoridad, para la estimación, utilizará los factores de emisión existentes, según la fuente.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Anual, respecto de datos relativos al año anterior.
<i>Procedimiento de reporte</i>	No se establecen formalidades específicas para la entrega de información a la autoridad. La Circular N° 23 de 2 Junio 2006 dispone que las SEREMIS entregarán un formulario electrónico a los titulares de fuentes reguladas.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Art. 90 Código Sanitario (sin embargo este artículo se refiere a la dictación de un reglamento para sustancias tóxicas o peligrosas para la salud).
<i>Servicio al que se reporta</i>	SEREMI SALUD. SEREMI debe entregar la información al MINISTERIO DE SALUD, para que éste elabore la estimación y la confección de datos globales consolidados.
<i>Observaciones</i>	Para las fuentes fijas que cuentan con estimación perfeccionada de sus emisiones, consistentes en mediciones representativas de las mismas, o realizadas con alguna metodología de estimación que la autoridad considere más adecuada, ésta puede autorizar la entrega de dicha información en reemplazo. Contempla la confidencialidad de la información entregada por los titulares de las fuentes. Los diagnósticos serán innominados, sin perjuicio de obligaciones contraídas por RCA.
NORMA 7. DS 185/91 MINERIA, Diario Oficial: 16/01/1992 Reglamenta funcionamiento de establecimientos emisores de Anhídrido Sulfuroso, Material Particulado y Arsénico en todo el territorio de la República	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Arsénico, Dióxido de azufre (SO ₂), Partículas Totales Suspendidas (PTS).
<i>Obligaciones que establece</i>	Establecimientos regulados localizados en zonas latentes, no saturadas o no clasificada. Establecimientos localizados en zona saturada, deberán cumplir las siguientes disposiciones: a) En el caso que una zona saturada es impactada por las emisiones de sólo un establecimiento regulado, éste deberá reducir sus niveles de emisión en forma que establece el Artículo 17, en el punto de máximo impacto. b) Si la zona saturada es impactada por las emisiones de más de un establecimiento regulado, éstos deberán reducir sus emisiones, hasta cumplir con las normas de calidad del aire que se apliquen a dicha zona, en el punto de máximo impacto. c) Si la zona saturada es impactada por las emisiones de establecimientos regulados y por otras fuentes emisoras de modo que las primeras no puedan cumplir, por sí solas, con las normas de calidad del aire en el punto de máximo impacto, la autoridad competente deberá establecer planes específicos de descontaminación.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Establecimientos y Fuentes Emisoras de cantidades mayores o iguales a 3 toneladas diarias de anhídrido sulfuroso, ya sean medidas en chimenea o determinadas por balance de masa equivalente de azufre ó 1 tonelada diaria de material particulado medida en chimenea o por un método aprobado por los Servicios. Además este Decreto será aplicable a toda fuente emisora de anhídrido sulfuroso o de material particulado localizada en una zona saturada o latente.

<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Para las fuentes emisoras ubicadas en zonas saturadas: Todos los establecimientos regulados que se encuentren ubicados en zonas saturadas, deberán llevar un registro diario de las emisiones de anhídrido sulfuroso determinadas por balance de masa equivalente de azufre o medidas en chimenea y un registro semestral de materia particulado medido en chimenea o por un método aprobado por los Servicios.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Esta información deberá ser entregada a los Servicios cuando ellos así lo requieran. En casos de episodios críticos, deberán poner en conocimiento inmediato del Servicio de Salud correspondiente, las concentraciones horarias de anhídrido sulfuroso cuando alcancen los niveles de concentración horaria de 0, 75; 1,00; y 1,5 ppm.
<i>Procedimiento de reporte</i>	A través de Resolución fundada de los Servicios, se aprobará los proyectos de redes de monitoreo (para los establecimientos que desarrollan planes de descontaminación) en lo que dice relación con los datos a entregar, la operación y ubicación de los monitoreo y la metodología para el envío de los datos registrados a la autoridad, dentro de un plazo máximo de 60 días.
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Art. 83 y 89 a) Código Sanitario; DS 144/61 Minsal y DS 3557 MinAgri, entre otros. Cod. San. Establece que la protección del aire se debe establecer por reglamento.
<i>Servicio al que se reporta</i>	SEREMI SALUD Y SAG, según corresponda (norma primaria o secundaria de calidad)
<i>Observaciones</i>	Los establecimientos nuevos (posteriores a la vigencia de la norma) deben solicitar y obtener una evaluación previa del Seremi Salud.
NORMA 8. DS 148/03 MINSAL, Diario Oficial: 16/06/2004 - TRANSPORTE - Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Los residuos peligrosos, que pueden ser de las siguientes características: toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad o corrosividad. La norma presenta 3 listados de residuos peligrosos, a menos que el generador demuestre que no presenta caract. de peligrosidad. La Autoridad puede siempre comprobar que un residuo cualquiera tiene caract. de peligrosidad.
<i>Obligaciones que establece</i>	Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 KG de residuos tóxicos agudos o a más de 12 ton. de residuos peligrosos que presenten cualquier otra caract. de peligrosidad (toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad o corrosividad) deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	El generador afecto a Plan de Manejo que encomiende a terceros el transporte de sus residuos, debe proporcionar la Declaración y Seguimiento de RP y entregar al transportista las hojas de seguridad. Las disposiciones del documento de declaración no serán aplicables al transporte de residuos peligrosos no superiores a 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos y a 2 toneladas de residuos peligrosos que presente cualquier otra característica de peligrosidad.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Cada vez que se realice el transporte.
<i>Procedimiento de reporte</i>	Puede ser electrónico a través de la página web: http://sidrep.minsal.gov.cl/
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Arts. 2, 67, 68, 78, 79, 80, 81 y 90 del Código Sanitario,
<i>Servicio al que se reporta</i>	SEREMI SALUD
<i>Observaciones</i>	---

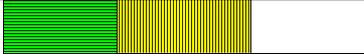
NORMA 9. DS 148/03 MINSAL, Diario Oficial: 16/06/2004 - ELIMINACION - Y REUSO Y RECICLAJE Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos	
<i>Contaminante o parámetro regulado/ Emisiones y residuos</i>	Los residuos peligrosos, que pueden ser de las siguientes características: toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad o corrosividad. La norma presenta 3 listados de residuos peligrosos, a menos que el generador demuestre que no presenta caract. de peligrosidad. La Autoridad puede siempre comprobar que un residuo cualquiera tiene caract. de peligrosidad.
<i>Obligaciones que establece</i>	Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.
<i>Generador/ Sujetos obligados</i>	Instalaciones, de eliminación final de RP. Los establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kg de residuos tóxicos agudos o a más de 12 ton. de RP y que reusen o reciclen sus residuos.
<i>Obligación de reportar/ Mantener información</i>	Mantener un registro de los residuos ingresados, en el que se deberá consignar al menos la cantidad, la fecha de ingreso, las características de peligrosidad del residuo, la ubicación del sitio de almacenamiento y la fecha e identificación de la operación de eliminación aplicada. Debe recibir RP declarados en el respectivo documento de Declaración y Seguimiento de RP. Las disposiciones del documento de declaración no serán aplicables al transporte de residuos peligrosos no superiores a 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos y a 2 toneladas de residuos peligrosos que presente cualquier otra característica de peligrosidad.
<i>Frecuencia de Reporte</i>	Cada vez que acepta RP
<i>Procedimiento de reporte</i>	Establece formalidades para el generador, transportista y destinatario final
<i>Fundamento Obligación de reporte</i>	Arts. 2, 67, 68, 78, 79, 80, 81 y 90 del Código Sanitario,
<i>Servicio al que se reporta</i>	SEREMI SALUD
<i>Observaciones</i>	---
Fte: "Revisión Normativa, ingreso Mercurio en RETC, 2006" ^[38]	

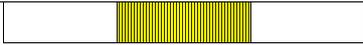
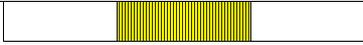
ANEXO P.

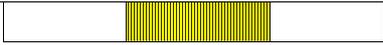
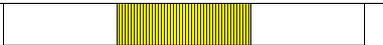
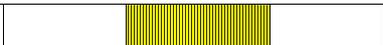
Consideraciones para el Manejo Ambiental del Mercurio en Chile

Cuadro P.1 Sustitutos para los principales usos del mercurio y costos relativos

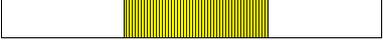
Fte: "Evaluación Mundial sobre el Mercurio, tabla 8.2"^[1]

Producto o aplicación	Alternativas	Costo general en relación con la tecnología de mercurio
Procedimiento de celda de mercurio para producir cloro, álcalis, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio (comúnmente llamado "cloro-álcali")	Se considera que la Mejor Tecnología Disponible (MTD) para producir cloro y álcalis es la tecnología de membrana. La tecnología de diafragma (no de amianto) se considera también una MTD.	 <p>Los costos de inversión para la conversión a otros procedimientos son considerables, pero los costos de electricidad y materias primas (que juntos representan alrededor de la mitad de los costos totales de explotación) del procedimiento de membrana, así como los costos de tratamiento y eliminación de desechos, son más bajos que los del procedimiento de celda de mercurio.</p> <p><i>EIPPCB (2000), US EPA (1993), presentación del Consejo Nórdico de Ministros, Lindley (1997)</i></p>
Amalgamas dentales	Gracias a los avances tecnológicos de los últimos años, existen en el comercio nuevos sustitutos (plata en frío, galio, cerámica, porcelana, polímeros, materiales compuestos, ionómeros de vidrio, etc.) para usar en vez de los empastes de mercurio. Sin embargo, la Comisión Nacional de la Salud de Dinamarca no considera que esos productos puedan reemplazar completamente la amalgama de mercurio en todos los casos (por ejemplo, empastes en molares de adultos), y ésta es también la opinión actual de Suecia. Ni siquiera las alternativas viables se conocen bien ni tienen amplia aceptación en muchos países, ya que los especialistas en general consideran que más fácil seguir usando las técnicas más habituales.	 <p>Los sustitutos son más o menos costosos, o más o menos fáciles de aplicar que las amalgamas de mercurio, pero ninguno de ellos exige el equipo especializado de tratamiento de aguas residuales que necesitan los profesionales dentales para cumplir la reglamentación ambiental en muchos países.</p> <p><i>KEMI (1998), presentación del Consejo Nórdico de Ministros, Gustafsson (2001), US EPA (1997)</i></p>
Pilas botón de óxido mercúrico y mercurio-zinc (médicas)	Desde hace varios años existen pilas de zinc-aire prácticamente sin mercurio y otros sustitutos de las pilas botón (alternativas que todavía contienen hasta 10 mg de mercurio). Aunque muchos fabricantes ya no producen pilas de óxido mercúrico y mercurio-zinc, éstas siguen siendo un problema considerable en el flujo de desechos municipales de la mayoría de los países.	 <p>El costo de los sustitutos a menudo puede ser más alto que las pilas de óxido mercúrico y mercurio-zinc, pero las municipalidades pueden ahorrarse costosos sistemas de recolección y eliminación.</p>

Producto o aplicación	Alternativas	Costo general en relación con la tecnología de mercurio
Otras pilas y baterías	Prácticamente todas las otras pilas existen actualmente en las versiones estándar y recargables, sin mercurio y sin cadmio. Sólo las fábricas más antiguas de pilas pueden seguir produciendo pilas con las técnicas y materiales de antes.	 <p>Aunque es difícil comparar pilas debido a su gran variedad y al constante aumento en sus capacidades, las pilas estándar sin mercurio en general cuestan aproximadamente lo mismo que las pilas que vienen a reemplazar. Por otra parte, las pilas recargables, especialmente las que no tienen cadmio, son considerablemente más caras, aunque su costo relativo disminuye si se las recarga más de 10 ó 15 veces.</p>
Termómetros Médicos	Existen muchos sustitutos para los termómetros clínicos de mercurio, Entre ellos termómetros eléctricos y electrónicos, "desechables" para usar sólo una vez, termómetros de vidrio que contienen una "aleación" de Ga/In/Sn, etc.	 <p>Utilizados sobre todo para medir la temperatura corporal, los termómetros electrónicos se han generalizado en Dinamarca y otros países. Si bien siguen siendo algo más costosos que los termómetros de mercurio, su precio ha bajado mucho en los últimos años. Otras alternativas son más costosas; sin embargo, el nuevo termómetro de Ga/In/Sn con el tiempo costará aproximadamente lo mismo que los viejos termómetros de mercurio.</p> <p><i>Costo general en relación con la tecnología de mercurio</i></p>
Otros termómetros	<p>Se usan muchos termómetros en aplicaciones no médicas. En vez de mercurio, se pueden usar otros medios para medir la temperatura; por ejemplo, otros líquidos, gases y sensores eléctricos y electrónicos (probablemente los más comunes). La elección del sustituto depende de la gama de temperaturas que se desea medir, la aplicación específica y la precisión que se busca. (Los termómetros de mercurio no sirven para temperaturas inferiores a -39°C, en que el mercurio se solidifica.)</p> <p>Para medir la temperatura de edificios, a menudo se emplea un dispositivo bimetálico, o un Pt-100 o un termopar cuando se debe transferir una señal térmica a un dispositivo de control o registro.</p> <p>Los sustitutos electrónicos tienen varias ventajas sobre el mercurio. Un mismo termómetro se puede ajustar para distintas gamas, reemplazando así a varios termómetros de mercurio. Además, es posible leer temperaturas digitalmente y registrarlas a distancia, lo cual podría reducir las posibilidades de error humano y los costos operativos. Para un número muy pequeño de aplicaciones de precisión, los termómetros de mercurio se siguen prefiriendo por razones técnicas; por ejemplo, para calibrar otros tipos de termómetros, determinar normas internacionales, etc.</p>	 <p>La gama de aplicaciones y sustitutos del mercurio es tan amplia, que sólo se puede decir que los sustitutos tienen precios muy variables pero no son necesariamente más costosos.</p> <p>Asimismo, cabe señalar que, si bien los termómetros de mercurio cuestan menos que los dispositivos electrónicos, la frecuencia con que se rompen es mayor, y un solo termómetro electrónico puede reemplazar a varios de mercurio. Si se calcula el costo anual, es probable que el dispositivo electrónico no resulte más caro que el termómetro de mercurio que sustituye.</p> <p>Gustafsson (1997), presentación del Consejo Nórdico de Ministros, Rasmussen (1992)</p>
Uso de mercurio en el laboratorio	Es totalmente posible restringir el mercurio en los laboratorios de escuelas y universidades a unos pocos usos específicos y controlables (principalmente reactivos estándar y referencias).	 <p>Esta iniciativa ya se ha puesto en práctica en la legislación de Suecia y Dinamarca. En general, las alternativas no son más costosas y permiten reducir considerablemente la necesidad de controlar las fuentes de mercurio en el laboratorio.</p>

Producto o aplicación	Alternativas	Costo general en relación con la tecnología de mercurio						
Plaguicidas y biocidas para diferentes productos y procesos.	<p>El uso de mercurio en plaguicidas y biocidas se ha suspendido o prohibido en muchos países. En su lugar, se ha promovido dos alternativas principales:</p> <p>1) Procesos que no requieren plaguicidas/biocidas químicos, y 2) Sustancias muy selectivas y fácilmente degradables, que tienen un impacto mínimo en el medio ambiente.</p>	 <p>Esas alternativas ya se han adoptado en muchos países. La gama de productos y aplicaciones es demasiado variada para sacar conclusiones definitivas de una comparación de precios; sin embargo, es probable que en la mayoría de los casos los costos sean aproximadamente semejantes. Las ventajas para el medio ambiente son considerables.</p>						
Instrumentos para medir y controlar la presión	<p>El mercurio se usa como un "líquido pesado" en indicadores, interruptores y transmisores de presión. Todos ellos se pueden sustituir sin desmedro de la exactitud ni la fiabilidad. Se usan tres tecnologías principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • membranas flexibles; • cristales piezoeléctricos y otros sensores que cambian alguna propiedad física al cambiar la presión, y • sensores de presión de fibra óptica, basados en la transmisión de la luz. <p>En indicadores de presión como barómetros y manómetros (entre ellos los de tubo en U), el mercurio se usa para indicar continuamente diferencias de presión. En estos aparatos, el mercurio se puede reemplazar por otro líquido, gas u otras técnicas.</p> <p>Los interruptores de presión a mercurio se usan para medir diferencias de presión o vacío. Se pueden sustituir por los mismos dispositivos que los indicadores de presión, y también equipar con disyuntores sin mercurio. Para la teletransmisión de lecturas de medición, a menudo se utiliza un transmisor de presión. Un transmisor especial a mercurio es un tubo circular que puede contener hasta 8 kg de Hg. Los aparatos sustitutos emplean un potenciómetro o un transformador diferencial para medir cambios de presión y transmitir una señal electrónica. El dispositivo más común es un sensor de diafragma.</p>	 <p>Los precios de los instrumentos sustitutos que funcionan con otros líquidos, gases o un resorte mecánico no son muy diferentes de los de mercurio. Los instrumentos eléctricos o electrónicos son ligeramente más costosos, pero tienen varias ventajas sobre los de mercurio.</p> <p>Gustafsson (2001), Rasmussen (1992), presentación del Consejo Nórdico de Ministros.</p> <p><i>Costo general en relación con la tecnología de mercurio</i></p>						
Componentes eléctricos y electrónicos	Salvo muy pocas excepciones, no hay obstáculos técnicos para reemplazar componentes eléctricos, relés convencionales y otros contactos (incluso si están incluidos en interruptores de nivel o de presión, termostatos, etc.) por componentes equivalentes sin mercurio. A continuación se dan varios ejemplos.	 <p>No hay grandes diferencias de precio entre los relés y contactos convencionales a mercurio y los que no tienen mercurio, excepto en aplicaciones muy específicas. Existen también componentes a mercurio que son más costosos que los sustitutos. Gustafsson (1997).</p>						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="336 1778 459 1845">Componente a mercurio</th> <th data-bbox="459 1778 703 1845">Componente sustitutivo</th> <th data-bbox="703 1778 975 1845">Aplicación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="336 1845 459 1995">Interruptor de inclinación – interruptor silencioso</td> <td data-bbox="459 1845 703 1995">Diversos; por ejemplo, manuales/mecánicos (bola de acero, líquido conductor alternativo), microinterruptor</td> <td data-bbox="703 1845 975 1995">Control de circuitos, termostatos, comunicaciones</td> </tr> </tbody> </table>	Componente a mercurio	Componente sustitutivo	Aplicación	Interruptor de inclinación – interruptor silencioso	Diversos; por ejemplo, manuales/mecánicos (bola de acero, líquido conductor alternativo), microinterruptor	Control de circuitos, termostatos, comunicaciones	
Componente a mercurio	Componente sustitutivo	Aplicación						
Interruptor de inclinación – interruptor silencioso	Diversos; por ejemplo, manuales/mecánicos (bola de acero, líquido conductor alternativo), microinterruptor	Control de circuitos, termostatos, comunicaciones						

Producto o aplicación	Alternativas			Costo general en relación con la tecnología de mercurio
	Interruptor electrónico	Interruptor transistorizado, interruptor óptico	Control de circuitos, termostatos, comunicaciones	
	Interruptor magnético de lámina – “con contactos de mercurio”	Interruptor transistorizado, interruptor electro-óptico, semiconductor	Comunicaciones, control de circuitos en dispositivos electrónicos sensibles	
	Sensor/interruptor de proximidad / – “contacto sin tocar”	Sensor inductivo Sensor capacitivo Sensor fotoeléctrico Ultrasónico	Rotación de eje/transportadores Transportadores Transportadores Transportadores	
Lámparas de bajo consumo energético	<p>Actualmente no existen en el mercado lámparas de alto rendimiento energético que no tengan mercurio, aunque hay noticias de una lámpara de bajo consumo energético, sin mercurio, basada en el efecto de emisión de campo, que se estaría empezando a producir en China. Asimismo, se está estudiando una lámpara basada en la tecnología del diodo. Por ahora sólo se puede recomendar que se produzcan/usen lámparas de alto rendimiento energético que contengan el mínimo de mercurio y que, una vez gastadas, se recojan y traten.</p> <p>De acuerdo con la Decisión 1999/568/CE de la Unión Europea (modificada el 9 de septiembre de 2002), los fabricantes sólo podrán utilizar la ecoetiqueta europea en lámparas compactas fluorescentes con terminación única, cuyo contenido de mercurio no exceda de 4 mg y su vida útil sobrepase las 10.000 horas.</p> <p>Existen otras fuentes de luz que contienen mercurio, destinadas principalmente a usos especiales y limitados, que se venden en cantidades mucho menores. Sin embargo, últimamente se han puesto de moda unos nuevos faros de automóvil que contienen mercurio, motivo de particular preocupación, porque son difíciles de recuperar y reciclar, y existen sucedáneos sin mercurio perfectamente aceptables.</p>			 <p>Las lámparas con bajo contenido de mercurio son ligeramente más costosas que las que tienen más mercurio.</p> <p>Las lámparas incandescentes y algunas otras son menos costosas que las de alto rendimiento energético, pero consumen más energía y sus costos operativos son más altos.</p> <p>Falk (1994), Gustafsson (1997), presentación del Consejo Nórdico de Ministros.</p> <p><i>Costo general en relación con la tecnología de mercurio</i></p>

Producto o aplicación	Alternativas	Costo general en relación con la tecnología de mercurio
Extracción de oro artesanal	<p>Una alternativa que parece prometedora es un proceso electrolítico sin mercurio (véase la sección 8.5.3) lanzado en Brasil. Sin embargo, existe desde hace unos 10 años y no parece haber convencido a la comunidad artesanal. Una alternativa es un proceso de cianuración, que se dice que usan muchos mineros de escala relativamente pequeña en México y otras partes, a pesar de que requiere inversiones más grandes y más pericia, y también tiene sus riesgos.</p> <p>Otra opción es el proceso Minataur desarrollado en Sudáfrica por Mintek, organismo gubernamental de investigación de tecnologías minerales. El mineral se trata con ácido clorhídrico en presencia de hipoclorito de sodio y luego con metabisulfato de sodio u ácido oxálico para obtener un precipitado de oro con una concentración de 99,5%.</p> <p>El método de la ONUDI para abordar este problema es fomentar la sustitución de procedimientos de extracción de oro que comportan el consumo y la descarga de grandes cantidades de mercurio, y una baja recuperación, por alternativas de gran rendimiento y pocos riesgos para el medio ambiente que reducen drásticamente o eliminan la utilización y descarga de mercurio. Dependiendo de la técnica, el costo y el método de ejecución, algunas propuestas son mejor recibidas que otras, pero todavía ninguna se ha adoptado de forma generalizada. Una técnica típica, desarrollada por Imperial College Consultants (ICON) de Londres, utiliza una cantidad de mercurio considerablemente menor y ha demostrado tener una eficiencia de recuperación de oro 40 a 50% mayor.</p>	 <p>La economía de esas alternativas no se examina aquí en gran detalle, pero hay indicaciones (el primer proceso se usa a gran escala y el segundo produce más oro y utiliza menos mercurio) de que no son más caros que el procedimiento tradicional de mercurio. Si lo fueran, no serían adoptados por los <i>garimpeiros</i>.</p> <p>CETEM/IMAAC/CYTED (2001), ICON (2000), UNIDO (1997), UNIDO (2000), MMSD (2002)</p>

Nota: La barra de color indica el nivel general de precios para el usuario o consumidor del producto o proceso alternativo sin mercurio en comparación con la tecnología a base de mercurio. Los factores que determinan los precios varían según los usos (gastos de adquisición, uso, mantenimiento, etc.), pero no incluyen costos externos.



Verde (izq.) = El sustituto tiene un costo más bajo.
Naranja (centro) = Tiene un costo similar.
Rojo (derecha) = Tiene un costo más alto.

Fte: “Evaluación Mundial sobre el Mercurio, tabla 8.2”^[1]

Cuadro P.2 Medidas de Prevención y Control para la Gestión de desechos con Hg

A. Medidas No Técnicas	
(1)	<p>Medidas normativas/prescriptivas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prohibir que el mercurio de los desechos de productos y procesos se libere directamente en el medio ambiente, asegurando que se utilice un servicio eficaz de recolección de desechos - Prohibir que el mercurio de los desechos de productos y procesos se mezcle con desechos menos peligrosos en el flujo general de desechos, asegurando que se recojan y traten por separado - Establecer valores límite del contenido permisible de Hg en lodos de depuración que se esparzan en tierras agrícolas - Restringir el uso de residuos sólidos de incineración en la construcción de carreteras y otras aplicaciones cuando no se puede asegurar su control a largo plazo - Prohibir la recomercialización de mercurio usado y reciclado - Prohibir el vertido ilegal de desechos - Prohibir las descargas directas e indirectas de mercurio en las alcantarillas comunes o el sistema de tratamiento de aguas, o cualquier modo de eliminación de mercurio en el agua - Prohibir o restringir el transporte transfronterizo de desechos deHg y cualquier otro tipo de desechos peligrosos - Exigir que todos los materiales o desechos que contengan mercurio y estén almacenados in-situ en una empresa industrial o comercial se mantengan en recipientes herméticos e impermeables, y que la organización tenga un plan y un calendario escritos para eliminar esos materiales en forma adecuada - Prohibir la eliminación en tierra de lodos de depuración, fertilizantes u otros materiales que excedan las normas internacionales fiables sobre contenidos de mercurio - Poner en práctica una estrategia de gestión ambiental que comprenda la aplicación de reglamentos sobre el mercurio y una vigilancia responsable, el rastreo de todos los movimientos de mercurio (materia prima, procesos, productos y desechos) y un control periódico independiente.
(2)	<p>Medidas económicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecer impuestos y tarifas sobre la eliminación de desechos peligrosos (incineración especial, vertederos dedicados, etc.) que reflejen cabalmente los costos reales para la sociedad y el medio ambiente que representa a largo plazo la gestión responsable de esas sustancias peligrosas.
(3)	<p>Medidas informativas y educativas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Educar al público acerca de la eliminación apropiada de productos con contenido de mercurio - Instalar puestos de recolección a donde el público pueda llevar fácilmente esos productos separados - Crear varios indicadores clave y dar a conocer el progreso que se realiza en la gestión responsable del mercurio.
B. Medidas técnicas	
(1)	<p>Medidas de pretratamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prohibir o limitar las liberaciones de mercurio al medio ambiente tratando los desechos domésticos, desechos peligrosos y desechos médicos mediante tecnologías de control de emisiones.
(2)	<p>Medidas de control de emisiones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exigir a los vertederos que tengan los debidos permisos y dispongan de equipos adecuados para el tipo de desechos peligrosos que acepten, incluyendo membranas para prevenir la evaporación y lixiviación de mercurio, recogida y tratamiento de efluentes de vertederos, análisis periódicos y a largo plazo de las aguas subterráneas, emisiones atmosféricas, etc. - Asegurar que los desechos mercuriales se incineren exclusivamente en instalaciones equipadas para desechos peligrosos, con colectores de polvo y controles de gases de chimenea de las mejores tecnologías disponibles, etc. - Establecer una instalación (quizá conjuntamente con un país adyacente) para la eliminación definitiva del mercurio y otros desechos tratados, que estén tan concentrados o sean tan peligrosos a largo plazo que no se puedan eliminar responsablemente de otra manera.
C. Soluciones limitadas para aplicar a largo plazo	
	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir al mínimo el uso de mercurio en productos - Almacenamiento provisional/definitivo de desechos de mercurio en instalaciones especiales.
Fte: "Evaluación Mundial Sobre el Mercurio"^[1]	

ANEXO Q.

Manejo de Derrames de Mercurio en Sector Salud, Chile

**MINISTERIO DE SALUD
SUBSECRETARIA DE REDES ASISTENCIALES
DIVISIÓN DE GESTION Y DESARROLLO DE LAS PERSONAS
UNIDAD DE SALUD OCUPACIONAL**

CUIDADO DE LA SALUD AMBIENTALMENTE RESPONSABLE "USO DEL MERCURIO EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD "

Protocolo de Limpieza de Pequeños Derrames de Mercurio

Elementos necesarios:

- 4 o 5 bolsas herméticas tipo *Ziplock*
- bolsas de basura de 2 mm o más de espesor
- contenedor plástico con tapa que cierre bien, por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35mm.
- guantes de látex (o nitrilo si estuvieran disponibles)
- toallas de papel
- tiras de cartón
- gotero o jeringa sin aguja
- cinta adhesiva 8 alrededor de 30 cm.)
- linterna
- azufre o zinc en polvo

Instrucciones para la Limpieza:

1.-quitarse todas las alhajas de manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con los metales preciosos.

2.-Cerrar la puerta del área impactada y apagar el sistema de ventilación interior (si lo hay) para evitar la dispersión de los vapores de mercurio.

3.-El mercurio se puede limpiar fácilmente de las siguientes superficies: cerámica, madera, linóleo y otras superficies similares .Si el derrame sucede sobre alfombras, cortinas, tapizados estos elementos contaminados se deben tirar siguiendo los lineamientos detallados más abajo. Corte y saque sólo la porción afectada de la alfombra contaminada para su descarte

4.-Ponerse los guantes de goma o látex.

5.-Si hay restos de vidrio u objetos cortantes, recójalos con cuidado .Coloque los objetos rotos en una toalla de papel .Doble la toalla de papel e introdúzcala en la bolsa tipo *ziplock*.

Cierre la bolsa y rotúlela.

6.-Localice las gotas de mercurio. Utilice el cartón para recoger las "bolitas "de Mercurio. Realice movimientos lentos para evitar que el mercurio se "deshaga" en pequeñas gotas. Use la linterna, si es necesario, para hacer brillar las partículas que no ve a simple vista .

7.-Utilice un gotero o jeringa para recolectar y/o aspirar el mercurio, transfíralo lenta y cuidadosamente a un recipiente plástico irrompible, con tapa, como las cajitas de películas de 35mm, **evite usar vidrio**. Coloque el recipiente en una bolsa hermética tipo *ziplock* y rotúlela.

8.-Luego de haber recogido las gotas mas grandes, utilice cinta adhesiva o scotch para recolectar las gotas más difíciles de ver, colóquela en la bolsa *ziplock* y *ciérrela*

9.-Póngase en contacto con el encargado de limpieza de su hospital para una correcta disposición final de los residuos recogidos, acorde a las leyes y posibilidades locales. En ausencia de normas específicas, recolecte los residuos de los derrames de mercurio en tambores de acero resistentes a la exposición exterior.

10.-Si el derrame fue importante en cantidad (en salas de laboratorio por ejemplo), recuerde mantener el área con una buena ventilación, ventanas abiertas, ventiladores funcionando, por lo menos las 24 hrs posteriores a la limpieza del derrame.

(Modificado de US EPA <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/mercury/spills.htm>)

Elaborado por: Dra. Elba Rodríguez Pizarro
Jefa Unidad Salud Ocupacional
Ministerio de Salud, Chile
