

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

Trabajo Final de Carrera previa a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental

**INVENTARIO DE MERCURIO Y PLAN DE MANEJO PARA EQUIPOS E
INSTRUMENTALES
EN EL AREA DE SALUD N° 14 (YARUQUI).**

Autor:

Carla Hurtado Coronel

Director de Trabajo:

Ing. Katty Coral

Quito-Ecuador

2009

Resumen:

El mercurio es un contaminante persistente, bioacumulativo y tóxico. Sus características físico-químicas lo convierten en un metal sumamente dañino para la salud pública y el ambiente, al mismo tiempo lo convierte en un metal con características extraordinarias para ser usado en un sin número de productos y procesos. Este neurotóxico es muy potente y actúa sobre el sistema nervioso central en desarrollo, los riñones y los pulmones, atraviesa la barrera hematoencefálica y la placenta.

Los establecimientos médicos son una de las principales fuentes que generan un número considerable de desechos contaminados con mercurio, debido al uso de instrumentales, equipos y materiales que contienen dicho metal y por los impactos negativos que genera la disposición final inadecuada.

Este estudio tiene por objetivo la realización de un inventario de los equipos, instrumental y materiales que contengan mercurio, así como su cuantificación en peso, junto con el diseño de un plan de manejo para los residuos peligrosos especiales generados.

El estudio nos da una idea clara de la cantidad de mercurio que se maneja en el Área de Salud N° 14 y la aplicación del plan de manejo descrito ayudará al manejo adecuado, tanto de los instrumentales con contenido de mercurio así como de los desechos generados a partir de ellos.

En el Área de Salud N° 14 se encontró instrumentales como termómetros, tensiómetros, cápsulas de amalgamas y materiales como lámparas fluorescentes con contenido de mercurio en un total de 118 termómetros, 30 tensiómetros, 295 cápsulas de amalgamas dentales y 460 lámparas fluorescentes.

La cantidad máxima total encontrada en el Área es de 9686 gramos y una cantidad mínima total de 3873.75 gramos lo que lleva a un promedio de 6779.88 gramos de mercurio.

Summary:

Mercury is a persistent pollutant, bioaccumulative and toxic. Their physical and chemical characteristics make it a metal extremely harmful to public health and the environment, at the same time it is a metal with extraordinary features to be used in a variety of products and processes. This neurotoxic is very powerful and acts on the developing central nervous system, kidneys and lungs, which crosses the blood brain barrier and placenta.

The health centres are a major source that generate a significant number of waste contaminated with mercury, due to the use of instruments, equipment and materials containing the metal and negative impacts generated by the improper disposal.

This study have to objective at conducting an inventory of equipment, instruments and materials that contain mercury, and its quantification in weight, along with the design of a management plan for hazardous special waste generated.

The study gives us a clearer idea of the amount of mercury that is managed in the area of health N° 14 and the implementation of the management plan outlined will help the proper management of the instrumental with mercury and waste generated from of them.

In the Health Area No. 14 was found instrumental as thermometers, tensiometers, amalgam capsules and materials such as fluorescent lamps containing mercury in a total of 118 thermometers, 30 tensiometers, 295 dental amalgam capsules and 460 fluorescent lamps.

The maximum total amount found in the area is 9686 grams and a minimum total of 3873.75 grams leading to an average of 6779.88 grams of mercury.

INDICE DE CONTENIDO

1.1	INTRODUCCION	5
1.2	OBJETIVOS	7
1.2.1	Objetivo General:	7
1.2.2	Objetivos Específicos:	7
1.3	JUSTIFICACION:	7
2.1	GENERALIDADES:	9
2.2	PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL MERCURIO.....	10
2.3	ESPECIACIÓN DEL MERCURIO	11
2.3.1	Mercurio elemental.....	12
2.3.2	Compuestos inorgánicos.....	13
2.3.3	Compuestos orgánicos.....	14
2.4	CICLO DEL MERCURIO	15
2.5	TOXICOLOGÍA	16
2.5.1	Efectos redox y contaminación metálica	17
2.5.2	Metilmercurio	18
2.6	EFFECTOS	21
2.6.1	En seres vivos	21
2.6.2	En el ambiente	23
2.6.3	En procesos industriales	24
2.7	FUENTES ANTROPOGÉNICAS DE LIBERACIÓN DE MERCURIO	24
2.8	USOS.....	25
2.8.1	Termómetro de mercurio	26
2.8.1.1	Producción.....	28
2.8.1.2	Uso.....	28
2.8.1.3	Disposición	29
2.8.2	Lámparas fluorescentes	29
2.8.2.1	Producción.....	31
2.8.2.2	Uso.....	31
2.8.2.3	Disposición	32
2.8.3	Tensiómetro de mercurio.....	32
2.8.4	Amalgamas dentales de mercurio.....	34
2.8.4.1	Producción.....	35

2.8.4.2	Uso.....	36
2.8.4.3	Disposición.....	36
3.1	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	37
3.1.1	Sección segunda. Ambiente Sano.....	37
3.2	LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	37
3.2.1	Capítulo II, de la Autoridad Ambiental	37
3.2.2	<i>Capítulo V, Instrumentos de Aplicaciones de Normas Ambientales</i>	38
3.3	ORDENANZA METROPOLITANA 213 DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	38
3.3.1	Sección III, De las obligaciones y responsabilidades	38
3.3.2	<i>Sección V, De los servicios especiales de desechos hospitalarios, industriales y peligrosos.</i>	39
3.4	LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA.....	40
3.4.1	Título V, Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos	40
3.4.2	Título VI, Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos	43
3.4.3	Anexo 7 Listados Nacionales de Productos Químicos Prohibidos, Peligrosos y de Uso Severamente Restringido que se utilicen en el Ecuador.....	43
3.5	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.....	44
3.5.1	Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador.....	44
3.6	CÓDIGO PENAL	45
3.6.1	De los Delitos contra el Ambiente.....	45
3.7	NORMAS TÉCNICAS, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)	46
4.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE SALUD N° 14.....	47
4.2	PROCEDIMIENTOS DE CAMPO	49
4.2.1	Identificación de áreas médicas dentro del Establecimiento de Salud.	49
4.2.2	Inventario de equipos e instrumentales con contenido de mercurio.....	49
4.3	TRATAMIENTO DE DATOS	49
4.3.1	Cuantificación de mercurio en los equipos e instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14, liberados a los diferentes medios.	49
4.3.2	Estimación de la cantidad de mercurio liberado a los diferentes medios receptores.....	50

4.4	ELABORACION DEL PLAN DE MANEJO PARA INSTRUMENTALES Y EQUIPAMIENTOS CON CONTENIDO DE MERCURIO.....	52
5.1	PROCEDIMIENTOS DE CAMPO	54
5.1.1	Identificación de áreas médicas dentro del Establecimiento de Salud.	54
5.1.2	Inventario de equipos e instrumentales con contenido de mercurio.....	56
5.2	TRATAMIENTO DE DATOS	65
5.2.1	Cuantificación de mercurio líquido en los equipos e instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14, liberados a los diferentes medios.....	65
5.2.2	Estimación de la cantidad de mercurio liberado a los diferentes medios receptores.....	73
6.1	PLAN DE MANEJO PARA INSTRUMENTALES Y EQUIPAMIENTOS CON CONTENIDO DE MERCURIO.	82
6.1.1	Identificación de residuos especiales peligrosos generados	82
6.1.2	Reducción de desechos en la fuente	83
6.1.3	Programa de segregación para los residuos especiales peligrosos.	85
6.1.4	Recolección y almacenamiento de residuos generados en las diferentes áreas.	86
6.1.5	Capacitación al personal del establecimiento de salud.....	90
6.1.6	Plan de manejo para la limpieza de derrames de mercurio.....	91
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	95
7.1	CONCLUSIONES	95
7.2	RECOMENDACIONES	97
8.1	BIBLIOGRAFIA.....	99

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.	Liberaciones de mercurio al medio a partir de termómetros con mercurio.....	27
Tabla 2.	Liberaciones de mercurio al ambiente a partir de lámparas fluorescentes.....	31
Tabla 3.	Liberaciones de mercurio al ambiente a partir de tensiómetros con contenido de mercurio.....	33
Tabla 4.	Liberaciones y emisiones de mercurio al ambiente a partir de amalgamas dentales.....	35
Tabla 5.	Factores preliminares de distribución por defecto en las salidas de mercurio a partir del uso y la disposición de termómetros.....	51

Tabla 6. Factores preliminares de distribución por defecto en las salidas de mercurio para la producción, el consumo y la disposición de fuentes de luz.....	51
Tabla 7. Factores preliminares de distribución por defecto en las salidas de mercurio causadas por las amalgamas dentales.....	51
Tabla 8. Datos de Termómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.....	69
Tabla 9. Datos de Tensiómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.....	60
Tabla 10. Datos Lámparas de Lámparas Fluorescentes encontrados en el Área de Salud N° 14.....	61
Tabla 11. Datos de amalgamas dentales encontrados en el Área de Salud N° 14.....	63
Tabla 12. Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrados en termómetros del Área de Salud N° 14.....	67
Tabla 13. Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrados en tensiómetros del Área de Salud N° 14.....	68
Tabla 14. Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrados en lámparas fluorescentes del Área de Salud N° 14.....	69
Tabla 15. Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrados en amalgamas dentales del Área de Salud N° 14.....	71
Tabla 16. Entrada total de mercurio en termómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.....	74
Tabla 17. Entrada total de mercurio en tensiómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.....	74
Tabla 18. Entrada total de mercurio en lámparas fluorescentes en el Área de Salud N° 14.....	74
Tabla 19. Entrada total de mercurio en amalgamas dentales en el Área de Salud N° 14.....	74
Tabla 20. Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen los termómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.....	75
Tabla 21. Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen los tensiómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.....	76
Tabla 22. Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen las lámparas fluorescentes encontradas en el Área de Salud N° 14.....	77
Tabla 23. Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen las amalgamas dentales encontradas en el Área de Salud N° 14.....	77
Tabla 24. Cantidad total máxima y mínima de mercurio contenido en los instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14.....	78
Tabla 25. Liberaciones según la cantidad máxima y mínima total de mercurio que contienen los instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14.....	78

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION

El estudio está enfocado a determinar la cantidad de mercurio que se encuentra en equipos e instrumentales en los subcentros de salud y hospital base del Área de Salud N° 14.

La Evaluación Mundial sobre el Mercurio afirma que este no se descompone ni degrada en sustancias inofensivas. Durante su ciclo, el mercurio puede cambiar de estado y especie, siendo su forma más simple el mercurio elemental, que es extremadamente peligroso para los seres humanos y el ambiente.

El mercurio es liberado al ambiente en varias formas, una de las más peligrosas son las emisiones que van al aire, agua y posteriormente suelo, en su transporte puede combinarse con otros metales y transformarse, tal es el caso del metilmercurio, el cual es incluido en las cadenas alimenticias especialmente en la dieta de pescado. *“La mayoría de mercurio presente en los seres humanos está en la forma de metilmercurio, y casi todo él procede de nuestra dieta de pescado: el mercurio en el pescado es metilmercurio al menos, en un 80%. Al estar este disuelto en el agua es ingerido por especies marinas o de agua dulce y nosotros a su vez los ingerimos a ellos”.*¹

Sus niveles han aumentado en el ambiente considerablemente desde el inicio de la era industrial, se encuentra actualmente en diversos medios y alimentos en todas partes del mundo, en cantidades que afectan adversamente a los seres humanos y la vida silvestre.

“Este elemento se usa extensamente en amalgamas dentales, instrumentos científicos, lámparas, baterías, termómetros, manómetros y medidores, para la extracción de oro y

¹ Colin, Baird, Química ambiental, Editorial Reverte S.A, España, 2001, pág. 396 – 406.

*plata y la producción electrolítica de cloro. Sus sales se usan como fumigantes para combatir las enfermedades de las plantas y las plagas por insectos. También se utiliza para evitar la formación de suciedad en las pinturas de los barcos y para prevenir la formación de moho en los impermeabilizantes de lienzos y tiendas”.*²

Al ser los centros de salud las principales fuentes de liberación de mercurio a la atmósfera, a raíz de las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos y los derrames de mercurio metálico, especialmente el utilizado en la confección de amalgamas dentales, la cuantificación es importante, ya que en la actualidad no se da un manejo adecuado a desechos que contengan mercurio y por ende, no existe una disposición final acorde con sus toxicidad.

La Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito indica que *“La Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito por sí misma, o a través de empresas contratadas o concesionarias, o gestores calificados o autorizados, tiene la responsabilidad de: Proporcionar servicios especiales adecuados de recolección, transporte, transferencia y disposición final de los residuos industriales, comerciales, hospitalarios, institucionales y peligrosos”.*³

El Ministerio de Salud de la provincia de Pichincha clasifica a los establecimientos de salud por tipo, dotación normal de camas, por área y ubicación geográfica, según unidades operativas. Para el presente estudio se trabajó en el área N° 14, la que cuenta con 10 parroquias, Yaruquí, Ascazubi, Checa, Cumbaya, El Quinche, Lumbisi, Pifo, Puembo, Tababela y Tumbaco.

² Stanley E. Manahan. Introducción a la Química Ambiental. Reverte S. A. México. 2007. Pág. 150.

³ Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito, Sección II, de los Servicios Ordinario y Especiales de Aseo, R. O. Edición Especial No 4, 10 de Septiembre del 2007.

El tipo de Establecimiento de Salud para estas parroquias son Sub Centros de Salud Rural y para Yaruquí un Hospital Base, el cual dirige y dota de instrumental y equipamientos necesarios a cada Sub Centro.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Realizar una cuantificación de la cantidad de mercurio, y un plan de manejo para los equipos e instrumentales encontrados en el área de salud N°14.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- a. Realizar encuestas para la identificación de áreas médicas dentro de los establecimientos de salud del área N°14, así como para realizar el inventario de equipos e instrumentales con contenido de mercurio.
- b. Realizar un análisis de los datos obtenidos en las encuestas realizadas.
- c. Determinar la cantidad de mercurio encontrada en aparatos o instrumentales identificados.
- d. Realizar una estimación de la liberación de mercurio a los diferentes medios receptores.
- e. Presentar datos obtenidos junto con un plan de manejo para las fuentes identificadas.

1.3 JUSTIFICACION

Es preocupante la contaminación por mercurio debido a su toxicidad, a su movilización como formas metiladas generadas por la acción de bacterias anaerobias y a otros factores de contaminación. Se encuentra como un componente traza en muchos minerales, por ejemplo, las rocas continentales contienen como promedio alrededor de 80 partes por billón, o ligeramente menos, de este elemento.

Anualmente se usan cantidades significativas de compuestos inorgánicos de mercurio. Debido a su resistencia a la degradación y a su movilidad, los compuestos de mercurio se consideran generalmente una amenaza ambiental.

Los efectos sobre los seres vivos y al ambiente son sumamente tóxicos. Los efectos sobre los seres vivos dependen de la cantidad, manera y forma de haberlos adquirido, dañando principalmente al sistema nervioso, los más afectados son los fetos, recién nacidos y niños pequeños. *“Algunos ecosistemas también se ven afectados, entre ellos los principales depredadores de las redes alimenticias acuáticas (como las aves y los mamíferos que se alimentan de pescado), los ecosistemas del Ártico, los humedales, los ecosistemas tropicales y las comunidades microbianas del suelo”.*⁴

Sus efectos que no solo se observan en nuestro país sino a nivel global, resultan ser más problemáticos en países menos desarrollados, debido a la creciente demanda energética, minería de oro artesanal, instalaciones de tratamiento de residuos precarias, etc. Algunos países han tomado medidas y reducido su uso prohibiéndolo o sustituyéndolo, como es el caso de los países desarrollados, pero sigue vigente en países en desarrollo, como el nuestro, en el que no se han tomado medidas tangibles en cuanto a la disposición final de los residuos, tanto de dicho metal como del instrumental que lo contiene.

Esta investigación intenta aportar con un primer paso consistente en un inventario de la cantidad de dicho metal presente en instrumentales y equipamientos, utilizados en Establecimientos de Salud, al ser una de las principales fuentes de generación de desechos contaminados con mercurio.

⁴ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, Diciembre de 2002.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES:

El mercurio es uno de los metales con mayor impacto, tanto para el ambiente como para la salud, por su toxicidad, movilidad y por su capacidad de bioacumulación, apareciendo en el ambiente por fenómenos naturales o por actividades humanas.

El mercurio elemental, en estado líquido a temperatura ambiente, es un metal blanco plateado brillante que normalmente se utiliza en termómetros y en algunos interruptores eléctricos. El mercurio metálico se evapora parcialmente a temperatura ambiente, y si no está encapsulado, formando vapores de mercurio que son incoloros e inodoros. Mientras más alta es la temperatura, más vapores se emanan del mercurio metálico líquido.

El mercurio metálico tiene multitud de aplicaciones, especialmente en la fabricación de baterías, interruptores, lámparas y otro tipo de equipamiento eléctrico, su uso y eliminación incorrecta incrementa la carga global de vapor de mercurio. Por otra parte, el uso de mercurio para la extracción de oro y plata de los minerales se está aplicando actualmente a gran escala. Esta práctica introduce cantidades masivas de mercurio en el ambiente, ya que el oro es recuperado por calentamiento de la amalgama y posterior liberación de mercurio.

“En condiciones naturales, el mercurio se da en alguno de los siguientes estados:

- 2 Como vapor metálico y mercurio líquido/elemental;*
- 3 Unido a minerales que contienen mercurio (sólido);*
- 4 Como iones en solución o unido a compuestos iónicos (sales inorgánicas y orgánicas);*
- 5 Como complejos iónicos solubles;*
- 6 Como compuestos orgánicos no iónicos gaseosos o disueltos;*

7 *Unido a partículas o materia orgánica o inorgánica mediante adsorción iónica, electrofílica o lipofílica*".⁵

El mercurio es uno de los metales más tóxicos que el ser humano usa con fines industriales (minería, electrónica, medicina, alimentación, cosmética, etc.). Ya que es absorbido a mayor velocidad de la que puede ser eliminado, acumulándose en los tejidos vivos, es decir, es bioacumulable.

2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL MERCURIO

Tanto el estado físico como el estado químico de un metal, son importantes, para sus mecanismos de transporte, y por tanto para su biodisponibilidad. Para que un metal sea toxico debe ejercer su influencia sobre una molécula en particular, a veces esto no resulta posible porque la molécula se encuentra en una matriz insoluble, o el metal es incapaz de atravesar las membranas biológicas.

El mercurio puede existir en varios estados físicos y químicos. Todas las formas de este elemento poseen una multitud de aplicaciones en la industria y en la agricultura, con propiedades tóxicas. Por lo que cada especie química del mercurio es estudiada por separado para valorar su riesgo ambiental o toxicológico. El mercurio es el único elemento metálico líquido a temperatura ambiente. *“Posee brillo parecido a la plata y a 25 °C tiene una densidad de 13.456 g/ml, un peso molecular de 200.59 g/mol y punto de fusión de 38.87 °C. A 20 °C la presión de vapor es 0.00212 mm de Hg”*⁶ de tal forma que un recipiente abierto con mercurio metálico y expuesto en un ambiente cerrado, puede desprender suficiente vapor para saturar la atmósfera y exceder el límite máximo seguro de exposición ocupacional.

⁵ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, Diciembre de 2002. Pág. 32.

⁶ Ministerio del Ambiente del Ecuador, Inventario de Emisiones de Mercurio y Productos que contienen Mercurio: Una contribución a la Alianza Global de Mercurio, Quito, Mayo 12 de 2008. Pág. 6.

“La solubilidad del mercurio se incrementa en presencia de agentes complejantes inorgánicos como el Cl^- y el OH^- , así como con compuestos orgánicos, sobre todo con aquellos que contienen átomos de azufre. Al igual que el Cd^{2+} , la adsorción sobre partículas en suspensión es el mecanismo principal de eliminación de mercurio en sistemas acuáticos, principalmente por asociación con coloides orgánicos y por coprecipitación con sulfuros, óxidos de hierro y otras partículas minerales. En ambientes reductores, el catión Hg^{2+} puede reducirse a catión mercurioso Hg_2^{2+} , parte del cual precipita como sulfuro o se reduce a mercurio metálico, que volatiza transfiriéndose a la atmósfera”.⁷

2.3 ESPECIACIÓN DEL MERCURIO

“A las diversas formas de mercurio existentes (como vapor de mercurio elemental, metilmercurio o cloruro de mercurio) se las conoce como “especies”. Los principales grupos de especies de mercurio son el mercurio elemental, y sus formas orgánicas e inorgánicas. La especiación es el término que se suele usar para representar la distribución de determinada cantidad de mercurio entre diversas especies”.⁸

La especiación desempeña un papel importante en la toxicidad y exposición al mercurio de organismos vivos. La especie influye, por ejemplo, en los siguientes aspectos:

- La disponibilidad física que determina la exposición, por ejemplo, si el mercurio está muy adherido a materiales absorbentes no puede pasar fácilmente al flujo sanguíneo;
- El transporte dentro del organismo hacia los tejidos en los que tiene efectos tóxicos que pueda atravesar, por ejemplo, la membrana intestinal o la barrera hematoencefálica;

⁷ Xavier Domènech, José Peral, Química Ambiental de Sistemas Terrestres. Reverte. 2006. Pág. 135.

⁸ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, Diciembre de 2002. Pág. 3

- Su toxicidad (debido, en parte, a lo que se mencionó anteriormente);
- Su acumulación, biomodificación, destoxificación en tejidos, así como su excreción;
- Su biomagnificación al ir subiendo de uno a otro nivel trófico de la cadena alimentaria (aspecto importante sobre todo en el caso del metilmercurio).

La especiación también influye en el transporte del mercurio dentro de cada compartimiento medioambiental y entre uno y otro, como la atmósfera y los océanos.

Por ejemplo, la especiación es un factor determinante para la distancia que recorre el mercurio emitido en el aire desde su fuente de emisión. El mercurio adsorbido en partículas y compuestos de mercurio iónico (divalente) cae sobre todo en el suelo y en el agua cercanos a las fuentes (distancias locales a regionales), mientras que el vapor de mercurio elemental se transporta a escala hemisférica/mundial, lo que hace de las emisiones de mercurio una preocupación de alcance global. Otro ejemplo es la llamada "incidencia de reducción del mercurio en el amanecer polar", cuando se presenta una transformación de mercurio elemental en mercurio divalente debido a una mayor actividad solar y a la presencia de cristales de hielo, con lo que se observa un incremento sustancial en la deposición del mercurio durante un periodo de tres meses.

Además, la especiación es muy importante para la capacidad de controlar las emisiones de mercurio en el aire. Por ejemplo, algunos instrumentos de control (como depuradores húmedos) captan razonablemente bien las emisiones de compuestos inorgánicos de mercurio, pero la mayoría de este tipo de instrumentos capta poco mercurio elemental.

2.3.1 Mercurio Elemental

Según la Evaluación Mundial sobre el Mercurio, el mercurio se da de manera natural en el medio ambiente y existe en una gran variedad de formas. Es un elemento constitutivo de la tierra, un metal pesado. En su forma pura, se lo conoce como mercurio “elemental” o “metálico” (representado también como Hg^0). Rara vez se le encuentra en su forma pura, como metal líquido; es más común en compuestos y sales inorgánicas. El mercurio puede

enlazarse con otros compuestos como mercurio monovalente Hg_2^+ (mercurioso) o divalente Hg^{2+} (mercúrico). A partir de los estados mercurioso y mercúrico se pueden formar muchos compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos. Las formas orgánicas son aquellas en las que el mercurio está unido covalentemente a al menos un átomo de carbono.

*“En su forma elemental el mercurio es líquido a temperatura ambiente, y su elevada tensión de vapor (0.0012 mmHg) hace que esté presente en todas partes. También algunas formas de mercurio tales como los derivados de metil y etilmercurio tienen una elevada presión de vapor a temperatura ambiente, así la del cloruro de metilmercurio es 0.0085mmHg y la del dimetilmercurio varias veces mayor. La solubilidad en agua difiere mucho de unos compuestos a otros y aumenta en siguiente orden: cloruro mercurioso > mercurio elemental > cloruro de metilmercurio > cloruro mercúrico. Las constantes de distribución entre aire y agua de los distintos compuestos de mercurio son muy diferentes, siendo las mayores las correspondientes a Hg^0 y $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$, 0.29 y 0.31 respectivamente, unos cuatro órdenes de magnitud superiores a las del resto de los compuestos, por lo que es mucho más probable encontrarlos en la atmósfera que al resto”.*⁹

El mercurio se extrae como sulfuro de mercurio (cinabrio), siendo esta, la mena principal de mercurio desde el punto de vista comercial. A lo largo de la historia, los yacimientos de cinabrio han sido la fuente mineral para la extracción comercial de mercurio metálico. *“La forma metálica se refina a partir del mineral de sulfuro de mercurio calentando el mineral a temperaturas superiores a los 540° C. De esta manera se vaporiza el mercurio contenido en el mineral, y luego se captan y enfrían los vapores para formar el mercurio metálico líquido”.*¹⁰

2.3.2 Compuestos Inorgánicos

Algunos de los compuestos inorgánicos de mercurio, también conocidos como sales de mercurio, son: sulfuro de mercurio (HgS), óxido de mercurio (HgO) y cloruro de mercurio

⁹ S. Mendioroz. Mercurio. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC. Madrid. Pág. 317.

¹⁰ Stanley E. Manahan. Introducción a la Química Ambiental. Reverte S. A. México. 2007. Pág.150.

(HgCl₂). La mayoría de los compuestos inorgánicos de mercurio son polvos o cristales blancos, excepto el sulfuro de mercurio, que es rojo y se vuelve negro con la exposición a la luz.

Algunas sales de mercurio, como el HgCl₂, son volátiles por lo que existen como gas atmosférico.

Sin embargo, la solubilidad en agua y reactividad química de estos gases inorgánicos (o divalentes) de mercurio hacen que su deposición de la atmósfera sea mucho más rápida que la del mercurio elemental.

Esto significa que la vida atmosférica de los gases de mercurio divalentes es mucho más corta que la del gas de mercurio elemental.

2.3.3 Compuestos Orgánicos

Cuando el mercurio se combina en forma covalente a uno o dos átomos con carbono se forman compuestos conocidos como compuestos “orgánicos” de mercurio u órganomercuriales para formar “*compuestos del tipo RHgX y RHgR', respectivamente. Donde R y R' son grupos orgánicos, siendo algunos de los compuestos más comunes las sales de dimetilmercurio (CH₃)₂ Hg., fenilmercurio (C₆H₅HgX), etilmercurio, metilmercurio (CH₃HgX), y metoxietilmercurio (CH₃OC₂H₄HgX)*”.¹¹

*“En donde, X es cloruro, bromuro, ioduro, nitrato o acetato. El enlace carbono-mercurio (Hg-C) de los compuestos órganomercuriales no es un enlace fuerte (cerca de 60 kJ/mol), pero en cambio es más estable frente al enlace mercurio-oxígeno (Hg-O). Esto ayuda a explicar porqué los compuestos organometálicos de mercurio son estables al oxígeno y al agua y por tanto persistentes en el ambiente”.*¹²

Al igual que los compuestos inorgánicos de mercurio, el metilmercurio y el fenilmercurio existen como “sales” (por ejemplo, cloruro de metilmercurio o acetato de fenilmercurio).

¹¹ Olivero y Johnson, El Lado Gris de la Minería del Oro: La contaminación con mercurio en el norte de Colombia, Universidad de Cartagena. 2002. Pág. 23.

¹² Olivero y Johnson, El Lado Gris de la Minería del Oro: La contaminación con mercurio en el norte de Colombia, Universidad de Cartagena. 2002

Cuando son puros, casi todos los tipos de metilmercurio y fenilmercurio son sólidos blancos y cristalinos. En cambio, el dimetilmercurio es un líquido incoloro.

2.4 CICLO DEL MERCURIO

El mercurio al ser un elemento, y aunque cambia de forma a lo largo de su ciclo de vida, no puede descomponerse ni degradarse en sustancias inofensivas. Por lo que una vez emitido por alguna actividad sea natural o antropogénica no desaparece.

Durante su ciclo, el mercurio puede cambiar de estado y especie, pero su forma más simple es el mercurio elemental, nocivo para los seres humanos y el ambiente. Una vez liberado a partir de los minerales, o depósitos de combustibles fósiles y minerales yacientes en la corteza terrestre, y emitido a la biosfera, el mercurio puede tener una gran movilidad y circular entre la superficie terrestre y la atmósfera. Los suelos superficiales de la tierra, las aguas y los sedimentos de fondo se consideran los principales depósitos biosféricos de mercurio.

Las liberaciones de mercurio son posibles en todas las etapas del ciclo de vida de un producto o proceso que lo contenga. Las entradas totales de mercurio serán iguales a las salidas totales; es decir, las liberaciones de mercurio debidas a determinada actividad humana pueden comprenderse como la distribución consecutiva de la entrada original de mercurio a diversos medios o vías de liberación durante diversas etapas del ciclo de vida del producto o proceso en cuestión.

El mercurio es emitido a la atmósfera en forma de vapor elemental (Hg^0), donde se transforma a una forma soluble, probablemente Hg^{2+} y de donde retorna a la tierra con el agua de lluvia para dar origen a una concentración en la troposfera, en los océanos y finalmente en los sedimentos marinos. El tiempo de residencia en la atmósfera del vapor de mercurio es de hasta 3 años, mientras que el de las formas solubles es solamente de unas pocas semanas. El cambio de especiación del mercurio de inorgánico a orgánico

(metilmercurio, principalmente) es el primer paso en el proceso de bioacumulación acuática.

Las emisiones de mercurio procedentes de procesos industriales en países desarrollados se han restringido con éxito, pero esto representa solo una pequeña parte del problema, ya que este metal pesado se emite de millares de otras fuentes. Las principales actividades que lo producen son, la minería del mercurio, la combustión de combustibles fósiles, petróleo, gas natural, ya que se emiten grandes cantidades de mercurio al aire a consecuencia de la quema no regulada de carbón y fueloil, los cuales contienen cantidades traza de este metal (alcanzando varios centenares de ppm en algunos carbones), procesos metalúrgicos, metales y ácido sulfúrico, industria de cloro-álcali, en el que se convierte a partir de cloruro de sodio acuoso productos comerciales de cloro e hidróxido de sodio. No obstante, la masa del mercurio perdida al medio ambiente por estas plantas cloro-álcali ha disminuido notablemente desde que el problema fue identificado en los años 60. La incineración de residuos urbanos o municipales que contiene mercurio en productos como las baterías, termómetros, etc., las centrales térmicas y eléctricas a base de carbón y las incineraciones de residuos con, probablemente, las mayores fuentes actuales de emisión de mercurio a la atmosfera. Estas fuentes de mercurio aumentaron substancialmente en el siglo veinte, y ahora rivalizan con los volcanes, que antes eran la fuente predominante de mercurio en el aire.

*“La emisión total al año de mercurio al medio ambiente se estima que excede las 10 000 toneladas. En el aire, la gran mayoría del mercurio esta en forma de vapor (gaseoso), con solo una pequeña fracción unida a partículas atmosféricas”.*¹³

2.5 TOXICOLOGÍA

“En la actualidad el mercurio como un contaminante ambiental posee tres aspectos importantes para su estudio toxicológico:

¹³ Colin, Baird, Quimica Ambiental. Reverte S.A. España. 2001. Pág. 397

1. *La percepción de riesgo por la exposición a miles de millones de personas a través del consumo de pescado,*
2. *La emisión de vapor de mercurio a partir de las amalgamas dentales, y*
3. *El etilmercurio en forma de timerosal (molécula antiséptica ampliamente utilizada en vacunas)”.*¹⁴

2.5.1 Efectos Redox y Contaminación Metálica

El mercurio forma compuestos metilados, sobre todo en los sedimentos, debido a la acción de determinadas bacterias anaeróbicas, aunque también puede formarse a partir de HgS en condiciones aeróbicas, principalmente en la parte superficial de los sedimentos.

Todos los metales se transportan de forma cíclica a través del medio ambiente. Los procesos de erosión facilitan su eliminación de las rocas, posteriormente los metales emitidos son transportados siguiendo distintos mecanismos, algunos de estos incluyen ingesta y transformación por parte de plantas y microorganismos.

El mercurio inorgánico, en cualquiera de sus estados de oxidación habituales, no presenta una elevada toxicidad por ingestión, ya que ni el metal ni sus iones respectivos (Hg^0 , Hg_2^+ , Hg^{2+} y sus complejos) atraviesan de forma efectiva la pared intestinal. Sin embargo, el Hg^0 es muy tóxico cuando se inhala, en forma atómica es capaz de atravesar las membranas pulmonares y penetrar en el torrente sanguíneo, además puede penetrar en el cerebro. Una vez allí es probable que el metal se oxide y se una a los grupos sulfhídrico de las proteínas, ya que origina los mismos efectos neurológicos que el metilmercurio.

En lo que respecta al $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}^+$ es muy tóxico independientemente de su vía de exposición. Su ruta medioambiental hacia la toxicidad implica la participación de las bacterias encargadas de reducir el sulfato, presentes en los sedimentos, transformando cualquier ion mercúrico. Como parte de su metabolismo, estas bacterias emplean los grupos metilo para producir acetato. Cuando las bacterias se exponen al Hg^{2+} , estas le transfieren sus grupos

¹⁴ Ministerio del Ambiente del Ecuador, Inventario de Emisiones de Mercurio y Productos que Contienen Mercurio: Una Contribución a la Alianza Global de Mercurio, Quito, Mayo del 2008. Pág. 5

metilos originando $(\text{CH}_3) \text{Hg}^+$; debido a la solubilidad del metilmercurio este se incorpora a la cadena alimenticia marina donde se bioacumula en los tejidos proteicos de los pescados.

La velocidad a la que se produce metilmercurio depende del potencial redox del medio, de la concentración de microorganismos y de la disponibilidad de mercurio. El dimetilmercurio volatiza, mientras que el metilmercurio, mas soluble, puede ser asimilado por organismos vivos (plancton, algas y peces), incorporándose a la cadena trófica. El metilmercurio, dada su relativamente elevada hidrofobicidad, se acumula en las células y ejerce su toxicidad en el sistema nervioso central. El metilmercurio, que escapa de la asimilación por los organismos vivos, puede fotodescomponerse en aguas superficiales.

*“El mercurio en el suelo suele acumularse en los horizontes superficiales, dada la retención de los materiales arcillosos y de la materia húmica. No obstante, en climas lluviosos, el mercurio es lixiviado, y es más volátil en los horizontes más profundos. En el medio edáfico, el catión preponderante es Hg^{2+} , si bien su reducción a Hg tiene lugar con relativa facilidad, tanto a través de procesos biológicos como abióticos; es este medio el Hg es lentamente transferido hacia la atmósfera. También es muy favorable la metilación del metal en ambientes anaeróbicos”.*¹⁵

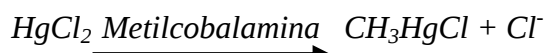
2.5.2 Metilmercurio

*“La toxicidad ambiental del mercurio se asocia casi exclusivamente con el consumo de pescado; esta fuente representa el 94% de la exposición humana al mercurio”.*¹⁶ Las bacterias anaerobias reductoras de sulfato, presente en los sedimentos, generan el ión metilmercurio soluble CH_3Hg^+ y dimetilmercurio volátil $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ y lo eliminan a las aguas circundantes, el mercurio de estos compuestos es absorbido por los peces, mediante el paso de agua por las agallas o a través de sus suministros de alimento. *“El agente de*

¹⁵ Xavier Doménech, José Peral, Química Ambiental de Sistemas Terrestres. Reverte. 2006. Pág. 135.

¹⁶ Thomas G. Spiro William M. Stigliani. Química Medio Ambiental. Segunda Edición. Pearson Prentice Hall. Madrid. 2004. Pág. 442

metilación por el que el mercurio inorgánico se convierte en compuestos de metilmercurio es la metilcobalamina, un análogo de la vitamina B₁₂:



Las bacterias que sintetizan metano producen la metilcobalamina como intermediario en la síntesis''.¹⁷

El ion CH₃HgCl, es un complejo neutro que atraviesa las membranas biológicas, distribuyéndose entre los distintos tejidos del pescado. Una vez en los tejidos, el cloruro es desplazado del compuesto por los grupos sulfhidrilo de los aminoácidos y péptidos.

Debido a la elevada afinidad del mercurio por los grupos sulfhidrilo, la eliminación del mercurio es muy lenta, y por tanto se bioacumula cuando el pez grande se come al pez pequeño. Este fenómeno es el mismo que tiene lugar con el DDT y otros compuestos lipófilos, pero en el caso del mercurio el mecanismo es diferente ya que este metal se acumula preferentemente en las proteínas de los tejidos (músculo) más que en la grasa.

La biometilación del mercurio se produce en todos los sedimentos, y por tanto este compuesto está presente en todos los peces, independientemente de su origen. Los niveles de mercurio se elevan en aquellos cuerpos de aguas cuyos sedimentos están contaminados de mercurio debido al vertido de residuos contaminados.

El caso más grave de toxicidad de mercurio fue en el área de la Bahía de Minamata, en Japón, durante el periodo 1953-1960. Una planta de cloruro de polivinilo que empleaba mercurio como catalizador liberó a la bahía residuos contaminados con este metal, los peces de la bahía acumularon dicho mercurio hasta valores de 100 ppm. Miles de personas se intoxicaron por la ingestión de los peces, y cientos de ellos murieron, *“se reportó un total de 111 casos de envenenamiento con mercurio y 43 muertes entre las personas que habían consumido mariscos”*.¹⁸ Entre los efectos toxicológicos del mercurio están el daño

¹⁷ Stanley E. Manahan. Introducción a la Química Ambiental. Reverte S. A. México. 2007. Pág.152.

¹⁸ Stanley E. Manahan. Introducción a la Química Ambiental. Reverte S. A. México. 2007. Pág.151.

neurológico incluyendo irritabilidad, parálisis de los miembros, visión borrosa e incluso pérdida de audición y coordinación muscular, afecciones todas ellas relacionadas con disfunciones cerebrales originadas por la capacidad que presenta el mercurio de atravesar las barreras sanguíneas del cerebro.

“Se observaron defectos congénitos en 19 bebés cuyas madres habían consumido mariscos contaminados”¹⁹, debido a la capacidad del metilmercurio de transferirse de la madre al feto en los que se observaron retrasos mentales y descoordinación motora antes de que se identificara la causa del envenenamiento. “El valor mínimo de mercurio recomendado fue establecido en 0.5 ppm, a consecuencia de este incidente y otros posteriores”.²⁰

El mercurio, una vez emitido, se transporta a grandes distancias a consecuencia de la elevada volatilidad del mercurio metálico, Hg^0 , y dimetilmercurio, $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$. Ambos compuestos se forman en el mismo medio que el metilmercurio. Como se menciono anteriormente, las bacterias poseen un sistema de detoxificación que elimina el metilmercurio del medio ambiente mediante su transformación a Hg^0 , el cual es posteriormente volatilizado.

El $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ se origina en el mismo proceso de biometilación que el CH_3Hg^+ . Ambas moléculas son producidas por las bacterias en proporciones variables, dependiendo del pH. En aguas neutras o alcalinas, la formación de dimetilmercurio $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ es favorable, este compuesto al ser volátil puede escapar a la atmosfera mientras que el metilmercurio CH_3Hg^+ se introduce en el agua donde se encuentra disponible para su acumulación. *“Los valores de pH elevados favorecen la formación de $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$, mientras que los valores inferiores favorecen al CH_3Hg^+ , el punto de transición tiene lugar en las proximidades de la neutralidad. Esto tiene una consecuencia adicional derivada de la acidificación de las aguas, y es un aumento de la relación $\text{CH}_3\text{Hg}^+ / (\text{CH}_3)_2\text{Hg}$, y por tanto un incremento de la toxicidad del mercurio”.*²¹

¹⁹ Stanley E. Manahan. . Introduccion a la Química Ambiental Reverte S. A. México. 2007. Pág.151.

²⁰ Thomas G. Spiro William M. Stigliani. Química Medio Ambiental. Segunda Edición. Pearson Prientice Hall. Madrid. 2004. Pág. 444

²¹ Thomas G. Spiro William M. Stigliani. Química Medio Ambiental. Segunda Edición. Pearson Prientice Hall. Madrid. 2004. Pág.445

2.6 EFECTOS

2.6.1 En Seres Vivos

Para que el mercurio ejerza sus efectos tóxicos debe incorporarse al organismo, y dependiendo de la especie química, lo hace, preferentemente, por absorción por vía gastrointestinal, respiratoria o cutánea.

Así el mercurio elemental, aunque puede absorberse por vía gastrointestinal, lo hace muy lentamente, por lo que no resulta extremadamente tóxico, mientras que el vapor de mercurio inhalado penetra fácilmente a través de la membrana alveolar hasta la sangre donde queda retenido por oxidación.

*“El mercurio inorgánico se absorbe mucho más fácilmente por vía gastrointestinal pero aún así solo alcanza un 7% frente a un 95% el metilmercurio y otros compuestos organomercuriales”.*²²

Estas formas orgánicas también poseen una fácil absorción por vía pulmonar por su alta toxicidad. También por vía cutánea los compuestos organomercuriales presentan una elevada absorción.

La intoxicación que producen es diferente en calidad y cantidad. La primera es función de su localización en el organismo, la segunda depende del individuo y de su metabolismo (es decir de su velocidad de eliminación). *“Así, los derivados de alquil-mercurio son los más peligrosos: son estables dentro del organismo con una velocidad de eliminación baja (aproximadamente un 1% por orina y heces) y se fijan vía plasma en hematíes, sistema nervioso central, cerebro (hasta el 98% del mercurio encontrado en el cerebro es de este origen) y en riñones. Sus efectos en los casos más graves son irreversibles porque destruyen las neuronas. Una vez ingeridos, los alquil-mercurios son absorbidos por la corriente sanguínea en 4 días y se localizan en el cerebro en 5-6 días. La intoxicación sin*

²² S. Mendioroz. Mercurio. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC. Madrid. Pág. 319

*embargo suele estar latente varios meses antes de manifestarse con malestar general y turbidez en la vista”.*²³

Los efectos son más graves en los tejidos en formación y se manifiestan en los recién nacidos en contaminación pre y postparto, tal como se manifestó en Minamata y Niigata en Japón, conocida como la enfermedad de Minamata fetal la cual produjo alteraciones neurológicas y conductuales semejantes a la parálisis cerebral. Se han detectado daño cerebral grave, retraso mental y ceguera en hijos de madres que recibieron metilmercurio en su alimentación. Se han efectuado observaciones similares en niños cuyas madres consumieron cerdo contaminando al comer maíz cultivado a partir de semillas rociadas con fungicida que contenía mercurio.

*“El metilmercurio es un teratógeno que produce atrofia cerebral, espasticidad, convulsiones y retraso mental”.*²⁴

Los derivados de fenilmercurio y metoxietilmercurio, mucho menos volátiles, se eliminan a una velocidad 10 veces superior a los anteriores.

Los derivados inorgánicos, fundamentalmente calomelanos, también tiene una velocidad de eliminación elevada, 10% aproximadamente, y una localización principalmente en los riñones (el 40% del mercurio fijado es de este origen); sus síntomas clásicos consisten en dolores abdominales náuseas vómitos y diarreas; y por último el mercurio metálico, tiene una velocidad de eliminación grande descendiendo con la concentración exterior, es decir, está en equilibrio con ella no fijándose por reacción, aunque se localiza en los riñones.

“El consumo total de mercurio para seres humanos, en todas sus formas, ha sido estimado en un 6.7µg. El nivel de mercurio en el pescado, puede afectar grandemente a la ingesta de metilmercurio. El consumo de 200g de pescado conteniendo 500µg mercurio/kg (susceptible de una mayor acumulación en función de su tamaño y vida) resultará en la

²³ S. Mendioroz. Mercurio. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC. Madrid. Pág. 319.

²⁴ Keith L. Moore, T. V. N. Persaud, Concepcion Martinez Alvarez. EMBRIOLOGIA CLINICA. Séptima Edicion. Elsevier. España. 2004. Pág. 180.

*ingesta de 100µg de mercurio, fundamentalmente metilmercurio. En las dietas muy ricas en pescado puede llegar hasta 300µg/día”.*²⁵

Entre los efectos toxicológicos del mercurio están daño neurológico, incluyendo irritabilidad, parálisis, ceguera o locura; ruptura de cromosomas y defectos de nacimiento. Los síntomas más leves del envenenamiento con mercurio, como la depresión e irritabilidad, tienen un carácter psicopatológico.

*“Debido al parecido de estos síntomas con la conducta humana común, el envenenamiento leve con mercurio puede escapar de la atención. Algunas formas de mercurio son relativamente no tóxicas y se usaron anteriormente como medicinas, por ejemplo en el tratamiento de la sífilis. Otras formas de mercurio, particularmente los compuestos orgánicos, son altamente tóxicas”.*²⁶

2.6.2 En el Ambiente

El metal es tóxico para los microorganismos, por ello las aplicaciones del mercurio como fungicida. Las plantas acuáticas son afectadas por el mercurio inorgánico a concentraciones de 1mg/l pero a concentraciones más bajas por el orgánico y más en estado larval.

La toxicidad es afectada por la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y contenido de sales. La concentración en los organismos marinos depende de la edad del espécimen y de su posición en la cadena alimenticia. Se suele encontrar en las branquias y aparatos digestivos aunque posteriormente se metaboliza y se acumula en el hígado y finalmente en las partes musculares. La contaminación con mercurio produjo la gran mortandad de peces y de pájaros comedores de peces en Japón. Respecto a los organismos terrestres, las plantas son generalmente insensibles a los efectos tóxicos de los compuestos de mercurio. Los pájaros muestran una reducción en la alimentación y por tanto un bajo crecimiento.

²⁵ S. Mendioroz. Mercurio. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC. Madrid. Pág. 320.

²⁶ Stanley E. Manahan. Introducción a la Química Ambiental. Reverte S. A. México. 2007. Pág.151.

De todas maneras los efectos son similares a los producidos en el cuerpo humano; el empleo de fungicidas con derivados de metilmercurio condujo a la muerte de pájaros granívoros y de sus depredadores y probablemente haya contribuido al declive de población de algunas especies de depredadores.

2.6.3 En Procesos Industriales

*“El mercurio es un contaminante industrial muy peligroso puesto que se amalgama con las partes metálicas produciendo su desgaste, especialmente de las partes móviles. Más importancia tiene su acción en los procesos catalíticos que emplean hidrógeno, hidrogenación selectiva, hidrotratamiento, alquilaciones, síntesis de amoníaco, de metanol etc, y metales como fase activa porque acortan la vida del catalizador y reducen la eficacia de los procesos, o como combustible”.*²⁷

2.7 FUENTES ANTROPOGÉNICAS DE LIBERACIÓN DE MERCURIO

Como hemos visto anteriormente las liberaciones de mercurio a pesar de ser naturales, se han ido incrementando considerablemente con el tiempo debido a las actividades antropogénicas, contribuyendo a la contaminación de aire, suelo y agua.

*“La afluencia del mercurio generada por las actividades humanas en orden de magnitud es menor que la afluencia natural. Sin embargo, el flujo de mercurio que llega al medio ambiente por las actividades humanas está muy localizado y , en consecuencia, excede en muchas aéreas al natural, originándose problemas ambientales asociados con la polución del mercurio”.*²⁸

Los centros de salud constituyen una de las principales fuentes de liberación de mercurio en la atmósfera, a raíz de las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos y los derrames de mercurio metálico, especialmente el utilizado en la confección de amalgamas dentales.

²⁷ S. Mendioroz. Mercurio. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC. Madrid. Pág. 320.

²⁸ Ei-Ichiro Ochiai, Salvador González García. Química Bioinorganica. Reverte. 1985. Pág. 472

“Las liberaciones de mercurio a la biosfera pueden agruparse en cuatro categorías:

- Fuentes naturales – liberaciones debidas a la movilización natural de mercurio que se encuentra en la corteza terrestre, por ejemplo debido a la actividad volcánica y al desgaste de las rocas.*
- Liberaciones antropogénicas (vinculadas a las actividades humanas) actuales debidas a la movilización de impurezas de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles (particularmente carbón y, en menor medida, gas y petróleo) y otros minerales extraídos, tratados y reciclados;*
- Liberaciones antropogénicas actuales como consecuencia del uso deliberado de mercurio en productos y procesos, debido a liberaciones durante la manufactura, derrames, disposición o incineración de productos usados u otras emisiones;*
- Removilización de liberaciones antropogénicas de mercurio ocurridas en el pasado y depositadas en suelos, sedimentos, masas de agua, rellenos sanitarios y depósitos de desechos / relaves”.²⁹*

2.8 USOS

Por sus singulares características, ser el único metal líquido, ha sido usado desde la antigüedad en una variedad de productos. Es líquido a temperatura ambiente, un buen conductor de electricidad, tiene una densidad alta y se expande y contrae en toda su gama líquida, por lo que responde a cambios de temperatura y presión.

Como sabemos, son muchas las aplicaciones que se le da al mercurio, en plaguicidas, biocidas, pinturas, productos cosméticos, farmacéuticos, amalgamas dentales, lámparas, termómetros, tensiómetros, baterías, instrumentos científicos, la extracción de oro y plata, producción electrolítica de cloro.

Aunque muchos de estos usos han sido reducidos, los compuestos orgánicos siguen utilizándose, como por ejemplo, el uso del dimetilmercurio en pequeñas cantidades como

²⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005. Pág. 12.

patrón de referencia para algunos análisis químicos o el timerosal que se utiliza para conservar algunas vacunas, productos médicos y cosméticos.

El mercurio es utilizado en insumos y dispositivos de uso médico y su descarte, rotura o pérdida contribuye no sólo a la alteración potencial de la calidad del ambiente intrahospitalario, sino también a aportar en forma significativa a la carga ambiental global de este tóxico.

A continuación veremos la descripción de algunos de los instrumentales que contienen mercurio en establecimientos de salud:

2.8.1 Termómetro de Mercurio

Este tipo de termómetro se utiliza para la medición de temperaturas de todo tipo de medios, como el ambiente o entorno exterior.

El mercurio de este tipo de termómetro se encuentra en un bulbo reflejante generalmente de color blanco brillante, con lo que se evita la absorción de radiación del ambiente.

Los principales usos pueden encontrarse en los termómetros médicos (para tomar la temperatura corporal en hospitales, hogares, etc.). *“Los termómetros médicos de mercurio pueden contener alrededor de 0.5-1.5 gramos/unidad”*.³⁰

Cuando un termómetro de mercurio se rompe, el líquido metálico plateado puede derramarse en el suelo, la rotura de estos difícilmente resultan un peligro para la salud del consumidor si el mercurio es recolectado correctamente. Sin embargo, la recolección del metal pesado no siempre es la correcta, ya sea porque se desconoce el derrame o por dificultad a acceder al mercurio derramado, con el tiempo el mercurio derramado se evapora llegando a niveles peligrosos de concentración en el aire interior de la habitación. El riesgo aumenta si el mercurio se calienta. El daño es significativamente mayor si la exposición al mercurio es en un ambiente pequeño y además pobremente ventilado.

³⁰ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005. Pág. 181.

Muchos nos preguntamos si un termómetro contiene la cantidad suficiente para contaminar el ambiente, la respuesta es sí, si un termómetro de mercurio es arrojado a la basura y ésta es quemada (a cielo abierto o en un incinerador) los vapores de mercurio se liberarán al aire, o bien este mercurio presente en la basura de vertederos podría filtrarse hacia aguas subterráneas. En ambos casos es un problema, estando en el aire, con el tiempo, precipita a la tierra incorporándose generalmente a ríos y lagos donde microorganismos transforman el mercurio en metilmercurio.

Ahora bien el mercurio ingerido representa un riesgo menor en comparación con el riesgo de aspiración de los vapores de mercurio. El mercurio ingresa al cuerpo y absorbido en forma mínima pero contaminará el ambiente cuando penetre en el sistema de aguas residuales. Aún cuando la cantidad de mercurio presente en un termómetro pueda parecer pequeña la cantidad total es muy significativa. La cual puede ser fácilmente reducida cambiando al uso de termómetros sin mercurio.

Tabla 1. Liberaciones de mercurio al ambiente a partir de termómetros con mercurio.

Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los termómetros con mercurio

Etapas del ciclo de vida	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento/ disposición específicos por sector
Producción	X	X	x	X		x
Uso	X	X	x			
Disposición	X		X		X	x

Notas: X - Vías de liberación que se espera sean predominantes en la subcategoría;
x - Otras vías de liberación a ser consideradas en función de la situación nacional y la fuente.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 176.

“Las liberaciones pueden ocurrir:

- 1. A partir de la producción de termómetros de mercurio (al aire, el agua y la tierra) dependiendo de lo cerrado de los sistemas de manufactura y de los procedimientos de manejo en el lugar de trabajo dentro de las unidades de producción individual,*
- 2. Cuando los termómetros se rompen o pierden (al aire, el agua, la tierra) durante su uso, y*
- 3. Durante la disposición de los termómetros después de su uso (directamente a la tierra o al relleno sanitario y, en consecuencia, posteriormente al agua y el aire), dependiendo en gran medida de los tipos y la eficacia de los procedimientos de recolección y manejo de desechos”.³¹*

2.8.1.1 Producción

La liberación de mercurio durante la producción tiende a ser muy pequeña. Las emisiones de vapor a partir de la purificación y transferencia de mercurio suelen controlarse con procedimientos de contención, ventilación local de los escapes o aislamiento de esta operación en relación con otras áreas de trabajo. También puede modificarse el calibre de los tubos a fin de reducir el uso de mercurio. La principal fuente de emisiones de mercurio en la producción de termómetros puede encontrarse en el proceso de llenado.

Muchos de los procedimientos usados en la producción de termómetros se realizan en forma manual y, en consecuencia, las emisiones de estos procedimientos son más difíciles de controlar. Incluyendo derrames de mercurio, la rotura de termómetros y otros accidentes durante el proceso de producción.

2.8.1.2 Uso

Es común que los termómetros se rompan durante su uso, cuando el cuerpo del termómetro se rompe o se resquebraja; esto puede elevar los niveles de mercurio ambiental en los

³¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005. Pag. 176.

hogares, implicando riesgos para las poblaciones vulnerables, como los niños. Cuando un termómetro se rompe el mercurio se libera a diversos medios, incluido el aire (como vapor tóxico), la tierra y las aguas subterráneas (por filtraciones o lixiviados). La magnitud de las liberaciones a cada vía depende de los procedimientos de limpieza y otros factores.

2.8.1.3 Disposición

Una parte mínima de termómetros que contienen mercurio son reciclados y el metal se recupera para su posterior uso. Sin embargo, un gran porcentaje se deposita con los desechos sólidos municipales, los desechos médicos, los desechos peligrosos u otros tipos de métodos de disposición de desechos.

2.8.2 Lámparas Fluorescentes

Son una de las fuentes de iluminación disponibles más eficientes en el uso de energía. Los tubos contienen una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón, el cual dirige el flujo de la corriente eléctrica dentro del tubo.

El mercurio elemental presente en las lámparas fluorescentes tiene dos composiciones químicas distintas: mercurio elemental en fase de vapor y mercurio divalente, el cual es absorbido en el polvo fosforoso, los extremos metálicos de la lámpara y otros componentes. La cantidad de mercurio necesario en forma de vapor para que de energía a la lámpara es de 50 mg en forma de vapor estén ahí incluso al final de la vida útil del dispositivo. Al final de la vida de la lámpara, la mayor parte del mercurio se encuentra en estado divalente. *“Con el tiempo el mercurio dentro del tubo reacciona al polvo fosforoso que recubre la superficie interior y pierde eficacia. “El 99% del mercurio en las lámparas una vez dispuestas se encuentran incrustado en el polvo que recubre el tubo”.*³²

Cuando los tubos de lámparas fluorescentes se rompen, liberan de su interior vapores de mercurio mezclado con argón, altamente tóxicos, no biodegradables, que afectan

³² Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005. Pag. 194.

peligrosamente a la salud humana y al ambiente; con la posibilidad de contaminación de los cuerpos de agua superficial y subterránea (infiltración de lixiviados), del suelo, aire y seres vivos. *“Los elementos más frecuentes de contaminación de suelos provocados por la mala disposición final de los residuos de lámparas fluorescentes, son los metales como el mercurio, zinc, níquel, cadmio, plomo y manganeso”.*³³ Son muchas las locaciones que usan intermitentemente estas lámparas fluorescentes como oficinas, instituciones educativas, centros médicos, etc, que generan un gran número de residuos de lámparas fluorescentes con contenido de mercurio.

Y al ser considerados desperdicios sólidos peligrosos, por sus características, no tienen la disposición final adecuada, históricamente los residuos de lámparas fluorescentes con contenido de mercurio han sido dispuestos en rellenos sanitarios o en tiraderos al aire libre donde se llevan a cabo emisiones a la atmósfera por la volatilización del mercurio y la infiltración de lixiviados a depósitos de agua subterránea.

En el mercado existen varios tipos de lámparas que contienen mercurio, como las lámparas fluorescentes, lámparas de vapor de mercurio a alta presión, lámparas de luz de mezcla, halogenuros metálicos y lámparas de sodio a alta presión. Todas las lámparas fluorescentes contienen mercurio elemental, y su *“contenido aproximado es de 5 a 15 mg de Hg/artículo”.*³⁴

*“La duración de las lámparas fluorescentes va entre 5.000 y 7.000 horas”.*³⁵ Su vida termina por el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, este hecho aumenta con el número de encendidos; por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y por el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

³³ Informe Residuos de Lámparas Fluorescentes, Agosto 2002. www.sma.df.gob.mx/rsolidos/06/lamparas.pdf

³⁴ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 199.

³⁵ Informe Residuos de Lámparas Fluorescentes, Agosto 2002. www.sma.df.gob.mx/rsolidos/06/lamparas.pdf

Tabla 2. Liberaciones de mercurio al ambiente a partir de lámparas fluorescentes.

Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de fuentes de luz con mercurio

Etapas del ciclo de vida	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento/ disposición específicos por sector
Producción	X	x	x	X		X
Uso	X	x	x			
Disposición	X		X		X	X

Notas: X - Vías de liberación que se espera sean predominantes en la subcategoría;
x - Otras vías de liberación a ser consideradas en función de la situación nacional y la fuente.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 194.

2.8.2.1 Producción

Las emisiones de mercurio a partir de la fabricación de lámparas fluorescentes pueden ocurrir durante las operaciones de manejo de mercurio, en las que se destacan la purificación, la transferencia de mercurio, y la reparación de diversas partes; y durante la producción de lámparas, en las que pueden registrarse emisiones de mercurio a partir de las operaciones de inyección, en la ruptura de lámparas o por derrames accidentales, así como a partir de diversos materiales de desecho.

2.8.2.2 Uso

Durante su uso no se consideran liberaciones, ya que el mercurio está contenido en un tubo de vidrio sellado. Las lámparas pueden romperse durante el uso, pero es más probable que se rompan una vez reemplazadas, durante su almacenamiento temporal antes de ser propiamente desechadas. Al romperse, pueden liberar mercurio elemental, mercurio líquido y polvo fosforoso con mercurio adsorbido. Además, es posible que se libere mercurio a

partir de los trocitos de vidrio y otros componentes de la lámpara, los cuales estarán contaminados con mercurio a menos que se les maneje adecuadamente.

2.8.2.3 Disposición

Las liberaciones de mercurio por disposición de lámparas dependen del método empleado. En muchos países hay sistemas para la recolección de lámparas con mercurio con fines de reciclaje. Las lámparas recogidas pueden procesarse para el reciclado del polvo fosforoso que contiene mercurio y usarse para la producción de nuevas lámparas, o bien las lámparas recogidas pueden procesarse para recuperar el mercurio contenido en dicho polvo. En algunos países el polvo recogido puede desecharse en rellenos sanitarios sin recuperar el mercurio. Durante el reciclaje, puede liberarse mercurio durante el corte/prensado de lámparas o a partir de la recuperación del mercurio en el polvo. *“Muchas de las lámparas desechadas en rellenos sanitarios se romperán por la disposición y el vapor de mercurio se liberará inmediatamente a la atmósfera. La mayor parte del mercurio en las lámparas se limita al polvo fosforoso y se liberará lentamente. Durante la incineración de las lámparas la mayor parte del mercurio se evaporará y quedará atrapada en los controles de contaminación o será emitida a la atmósfera”.*³⁶

2.8.3 Tensiómetro de Mercurio

Los tensiómetros de mercurio son utilizados para medir la presión sanguínea. La probabilidad de que estos instrumentos se vendan con contenido de mercurio es alta. El mercurio puede suministrarse durante el período de uso y puede desecharse con los dispositivos o por separado. Existen alternativas sin mercurio y poco a poco están sustituyendo los equivalentes con mercurio en algunos países. Los contenidos de mercurio están en un rango de aproximadamente 70 g en medidores de presión sanguínea para uso médico.

³⁶ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 195.

Tabla 3. Liberaciones de mercurio al ambiente a partir de tensiómetros con contenido de mercurio.

Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los manómetros y medidores con contenido de mercurio.

Etapas del ciclo de vida	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento/ disposición específicos por sector
Producción	X	x		X	x	x
Uso	X	X	x			
Disposición					X	X

Notas: X - Vías de liberación que se espera sean predominantes en la subcategoría;
x - Otras vías de liberación a ser consideradas en función de la situación nacional y la fuente.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 224.

“Las liberaciones pueden ocurrir:

- 1. A partir de la producción de tensiómetros con contenido de mercurio (al aire, el agua y la tierra), dependiendo de la cercanía de los sistemas de manufactura y de las prácticas relativas al mercurio en cada instalación productiva;*
- 2. Por rompimiento o pérdida de mercurio a partir de tensiómetros (al aire, el agua/aguas residuales, la tierra) durante su uso, y*
- 3. Durante la disposición del mercurio con o sin tensiómetros después de su uso (directamente a la tierra o relleno sanitario, y posteriormente al agua y el aire), dependiendo de los tipos y eficacia de los procedimientos para el manejo de desechos”.³⁷*

³⁷ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre, 2005.

2.8.4 Amalgamas Dentales de Mercurio

La amalgama es el material de relleno dental de uso más común. Es una mezcla de mercurio y una aleación de metales. *“La composición normal es de un 45-55% de mercurio; alrededor de un 30% de plata y otros metales como cobre, estaño y zinc”. En 1991, la Organización Mundial de la Salud confirmó que el mercurio presente en el amalgama dental es la fuente no industrial más importante de emisión de vapor de mercurio, exponiendo a la población afectada a niveles de mercurio que superan con creces los establecidos para los alimentos y para el aire”.*³⁸

Se puede obtener aleaciones en distintas formas: una de ellas es como mercurio puro junto a la mezcla un polvo del resto de los metales, son pesados y mezclados los ingredientes y van a un agitador, la segunda forma es en cápsulas pequeñas con la cantidad adecuada de mercurio y polvo de metal, esta es mezclada antes de abrirla dentro de la cápsula mismo y se procede a colocar el empaste.

*“Se usa un promedio de 0.4-1.2 g de mercurio por empaste, incluido el exceso de amalgama o sobrante; alrededor de 0.4 g de mercurio para el empaste de una superficie y aproximadamente 1.2 g para empastar tres superficies del diente”.*³⁹

³⁸ Documento de política general: El Mercurio en el sector de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://www.gefmedwaste.org/article.php?list=type&type=66>.

³⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005.

Tabla 4. Liberaciones y emisiones de mercurio al ambiente a partir de amalgamas dentales de mercurio.

Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de las amalgamas dentales de mercurio.

Etapas del ciclo de vida	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento/ disposición final *1
Producción/suministro de materiales para empastes				X		
Preparaciones y procedimientos en los consultorios dentales	x	X			X	X
Uso (en las bocas de las personas)		x				
Disposición		X			X	X

Notas: *1: Recolección separada para tratar como desechos peligrosos/médicos o bien para su reciclaje;

X - Vías de liberación que se espera sean predominantes en la subcategoría;

x - Otras vías de liberación a ser consideradas en función de la situación nacional y la fuente.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 217.

“Puede haber liberaciones de empastes de amalgamas de mercurio al final de la vida de una persona que los lleve en su dentadura. Por ejemplo, las amalgamas dentales son uno de los principales factores determinantes de liberaciones de mercurio en crematorios”.⁴⁰

2.8.4.1 Producción

Podría haber liberaciones de mercurio durante el procesamiento/empaquetado de mercurio y cápsulas en las instalaciones de los productores/proveedores, pero es probable que se trate de liberaciones mínimas debido a lo sencillo del procesamiento. En las clínicas dentales se liberan al aire pequeñas fracciones de mercurio.

⁴⁰ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005.

2.8.4.2 Uso

Las pérdidas de mercurio durante el uso de los empastes (mientras están en la boca) son continuas, aunque se trata de un proceso muy lento. *“El 44% del total de las entradas de mercurio al tratamiento de aguas residuales proviene de los empastes de amalgama, y 21% proviene de las clínicas dentales”.*⁴¹

2.8.4.3 Disposición

Podría haber liberación de mercurio en la disposición de empastes de amalgamas, al ser retirados los empastes o al ser extraídos dientes empastados durante procedimientos médicos/dentales, o bien cuando se caen los dientes, de igual manera los residuos de amalgama preparada para nuevos empastes, o el material filtrado recolectado en clínicas o consultorios dentales.

⁴¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, p 224.

CAPITULO III

MARCO LEGAL

A continuación una recopilación de la normativa aplicable a este tema.

3.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

3.1.1 Sección segunda. Ambiente Sano

“Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental.

Art. 73.- El Estado aplicara medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistema o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Art. 396.- El Estado adoptara las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos.

Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicara también la obligación de restaurar íntegramente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.” ⁴²

3.2 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

3.2.1 Capítulo II, de la Autoridad Ambiental

“Art. 9.- Le corresponde al Ministerio del ramo:

⁴² Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial N° 449 del 20 de Octubre del 2008.

d) Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar normas técnicas, anuales y parámetros generales de protección ambiental, aplicables en el ámbito nacional; el régimen normativo general aplicable al sistema de permisos y licencias de actividades potencialmente contaminantes.

3.2.2 Capítulo V, Instrumentos de Aplicaciones de Normas Ambientales

*Art. 33.- Establéense como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el **medio** ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.”*⁴³

3.3 ORDENANZA METROPOLITANA 213 DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

3.3.1 Sección III, De las obligaciones y responsabilidades

“Art. II.347.- Son obligaciones y responsabilidades en el aseo de la ciudad, las que se detallan a continuación:

f) De las responsabilidades de la Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito:

La Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito, por sí misma, o a través de empresas contratadas o concesionarias, o gestores calificados o autorizados, tiene la responsabilidad de:

⁴³ Ley de Gestion Ambiental. Ley N° 37. RO / 245 de 30 de Julio de 1999.

2. *Proporcionar servicios especiales adecuados de recolección, transporte, transferencia y disposición final de los residuos industriales, comerciales, hospitalarios, institucionales y peligrosos;*

5. *Transportar los desechos recolectados y disponer de ellos en la forma más adecuada;*

3.3.2 *Sección V, De los servicios especiales de desechos hospitalarios, industriales y peligrosos.*

Art. II.349.- *Movilización de Desechos Hospitalarios, Industriales y Peligrosos.-*

Para el transporte y movilización de desechos industriales, hospitalarios y peligrosos, será requisito indispensable el permiso ambiental expedido por la DMMA, que será el único documento que autorice la circulación de vehículos con este tipo de desechos o cualquier otro que se asimile.

Los transportadores estarán obligados a cumplir con los requisitos establecidos por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente respecto del volumen de carga, protecciones especiales, tipos de vehículos, horarios, y en general todo lo relativo a esta actividad.

Art. II.350.- *De los Sitios de Disposición Final.-*

Los únicos sitios para recibir desechos hospitalarios e industriales peligrosos, son los autorizados por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente. En estos casos se deberá informar por escrito a las dependencias de control de movilización sobre los sitios a los que puede ser transportado determinado tipo de material.

Art. II.352.- *Obligación de Separación en la Fuente de los Residuos Hospitalarios.-*

Todos los establecimientos hospitalarios, centros y subcentros de salud, consultorios médicos, laboratorios clínicos, centros o consultorios veterinarios, centros de atención básica, clínicas, centros de investigación biomédica, laboratorios universitarios y otros

establecimientos que desempeñan actividades similares, deberán diferenciar los desechos orgánicos e inorgánicos de los cortopunzantes y patógenos, y los dispondrán en recipientes distintos y claramente identificados”. ⁴⁴

3.4 LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA

3.4.1 Título V, Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos

“ART. 152.- El presente reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de la los desechos peligrosos, al tenor de los lineamientos y normas técnicas previstos en las leyes de Gestión Ambiental , de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en sus respectivos reglamentos, y en el Convenio de Basilea.

ART. 154.- Se hallan sujetos a las disposiciones de este reglamento toda persona, natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, que dentro del territorio del Ecuador participe en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los desechos peligrosos, en los términos de los artículos precedentes.

ART. 160.- Todo generador de desechos peligrosos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su responsabilidad:

- 1. Tomar medidas con el fin de minimizar al máximo la generación de desechos peligrosos.*
- 2. Almacenar los desechos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con el agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles.*

⁴⁴ Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito, Sustitutiva del Título V "Del Medio Ambiente", Libro Segundo del Código Municipal, Registro Oficial Edición Especial No 4 del 10 de Septiembre del 2007.

3. *Disponer de instalaciones adecuadas para realizar el almacenamiento temporal de los desechos, con accesibilidad a los vehículos recolectores.*
4. *Realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas autorizadas para el efecto por el Ministerio de Ambiente o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.*
5. *Inscribir su actividad y los desechos peligrosos que generan, ante la STPQP o de las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva, el cual remitirá la información necesaria al Ministerio de Ambiente.*
6. *Llevar en forma obligatoria un registro del origen, cantidades producidas, características y destino de los desechos peligrosos, cualquiera sea ésta, de los cuales realizará una declaración en forma anual ante la Autoridad Competente; esta declaración es única para cada generador e independiente del número de desechos y centros de producción. La declaración se identificará con un número exclusivo para cada generador. Esta declaración será juramentada y se lo realizará de acuerdo con el formulario correspondiente, el generador se responsabiliza de la exactitud de la información declarada, la cual estará sujeta a comprobación por parte de la Autoridad Competente.*
7. *Identificar y caracterizar los desechos peligrosos generados, de acuerdo a la norma técnica correspondiente.*
8. *Antes de entregar sus desechos peligrosos a un prestador de servicios, deberá demostrar ante la autoridad competente que no es posible aprovecharlos dentro de su instalación.*

Art. 163.- *Dentro de esta etapa de la gestión, los desechos peligrosos deberán ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente, siguiendo para el efecto las normas técnicas pertinentes establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) o, en su defecto por el Ministerio de Ambiente en aplicación de normas internacionales validadas para el país.*

Los envases empleados en el almacenamiento deberán ser utilizados únicamente para este fin y ser contruidos de un material resistente, tomando en cuenta las características de peligrosidad y de incompatibilidad de los desechos peligrosos con ciertos materiales.

Art. 166.- *El generador deberá llevar un libro de registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos en su área de almacenamiento temporal, en donde se harán constar la fecha de los movimientos, su origen, cantidad y destino.*

Art. 170.- *El transporte de desechos peligrosos deberá realizarse acompañado de un manifiesto de identificación entregado por el generador, condición indispensable para que el transportista pueda recibir y transportar dichos desechos. Estos deberán ser entregados en su totalidad y solamente, a las plantas de almacenamiento, reciclaje, tratamiento o disposición final debidamente autorizados que el generador hubiere indicado en el manifiesto.*

Art. 176.- *En los casos previstos por las normas técnicas pertinentes, previamente a su disposición final, los desechos peligrosos deberán recibir el tratamiento técnico correspondiente y cumplir con los parámetros de control vigentes. Para efectos del tratamiento, los efluentes líquidos, lodos, desechos sólidos y gases producto de los sistemas de tratamiento de desechos peligrosos, serán considerados como peligrosos.*

Art. 196.- *Se prohíbe el vertido de desechos peligrosos en sitios no determinados y autorizados por parte del Ministerio de Ambiente o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva o que no cumplan con las normas técnicas y el tratamiento dispuesto en este instrumento.*

Igualmente, queda prohibida la mezcla de desechos peligrosos con no peligrosos para fines de dilución.

Art.197.- Las personas que manejen desechos peligrosos en cualquiera de sus etapas, deberán contar con un plan de contingencia en caso de accidentes, el cual deberá estar permanentemente actualizado y será aprobado por el Ministerio de Ambiente o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

Art.209.- Las operaciones de tratamiento y disposición final de desechos peligrosos se sujetarán a las normas técnicas aprobadas por el Ministerio de Ambiente. Cualquier otra tecnología o procedimiento de eliminación de desechos peligrosos propuestos, deberán ser expresamente autorizados por el Ministerio de Ambiente”.

3.4.2 Título VI, Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

“Art. 249.- De la eliminación de desechos o remanentes.-

Todas las personas que intervengan en cualquiera de las fases de la gestión de productos químicos peligrosos, están obligadas a minimizar la producción de desechos o remanentes y a responsabilizarse por el manejo adecuado de éstos, de tal forma que no contaminen el ambiente. Los envases vacíos serán considerados como desechos y deberán ser manejados técnicamente. En caso probado de no existir mecanismos ambientalmente adecuados para la eliminación final de desechos o remanentes, éstos deberán ser devueltos a los proveedores y podrán ser reexportados de acuerdo con las normas internacionales aplicables”.

3.4.3 Anexo 7 Listados Nacionales de Productos Químicos Prohibidos, Peligrosos y de Uso Severamente Restringido que se utilicen en el Ecuador.

“Art. 1.- Declarar a las sustancias que se indica en el siguiente cuadro, como productos químicos peligrosos sujetos de control por el Ministerio del Ambiente y que deberán cumplir en forma estricta los reglamentos y las Normas INEN que regulen su gestión adecuada /...

No.	Nombre	No. CAS	Observaciones
110	MERCURIO	7439-97-6	Sustancia controlada de uso restringido

.../”⁴⁵

3.5 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.

3.5.1 Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador.

“Art. 19.- Todos los profesionales, técnicos, auxiliares y personal de cada uno de los servicios son responsables de la separación y depósito de los desechos en los recipientes específicos.

Art. 26. Los recipientes desechables (fundas plásticas) deben tener las siguientes características:

a. Espesor y resistencia: más de 35 micrómetros (0.035 mm) para volúmenes de 30 litros; 60 micrómetros para los de mayor tamaño y en casos especiales se usarán los de 120 micrómetros.

b. Material: opaco para impedir la visibilidad. Algunos requerirán características especiales debiendo desecharse conjuntamente con los residuos que contengan.

Art. 29. Los recipientes para objetos cortopunzantes serán rígidos, resistentes y de materiales como plástico, metal y excepcionalmente cartón. La abertura de ingreso tiene que evitar la introducción de las manos. Su capacidad no debe exceder los 6 litros. Su rotulación debe ser : PELIGRO: OBJETOS CORTOPUNZANTES.

Art. 34. Los empleados de limpieza serán los encargados de recolectar los desechos, debidamente clasificados y transportados desde los sitios de almacenamiento primario al

⁴⁵ Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI de la Calidad Ambiental, Registro Oficial Edición Especial No 2 del 31 de marzo de 2003.

*almacenamiento secundario y posteriormente al terciario. Este personal será responsable de la limpieza y desinfección de los contenedores”.*⁴⁶

3.6 CÓDIGO PENAL

3.6.1 De los Delitos contra el Ambiente

“Art. 437-B.- El que infringere las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiere causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyere un delito más severamente reprimido.

Art. 437-C.- La pena será de tres a cinco años de prisión, cuando:

- 1. Los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes,*
- 2. El perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible,*
- d. Los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.*

*Art. 437-D.- Si a consecuencia de la actividad contaminante se produce la muerte de una persona, se aplicara la pena prevista para el homicidio intencional, si el hecho no constituye un delito más grave”.*⁴⁷

⁴⁶ Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador.

⁴⁷ Código Penal Ecuatoriano, Delito contra el ambiente.

3.7 NORMAS TÉCNICAS, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)

“Lista de productos químicos sujetos a control del INEN: Registro Oficial No 971 del 20 de junio del 1996.

Listas de bienes y servicios sujetos a control. Reg. DNPC-92-01. Registro Oficial No 854 del 16 de enero de 1992 (INEC).

Norma Técnica Ecuatoriana. 13.340.30: Dispositivos de protección respiratoria NTE INEN 2423:05. Sobre Seguridad. Equipos de protección respiratoria para gases y vapores. Requisitos

Norma Técnica Ecuatoriana. 71.100: Productos de la industria química NTN INEN 2-266:2000. Sobre Transporte. Almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. Requisitos”.

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE SALUD N° 14

El Ministerio de Salud Pública, en la Provincia de Pichincha, divide a los establecimientos de salud por áreas. Para el presente estudio se analizó el Área N° 14, la cual está conformada por 10 parroquias, que son: Yaruquí, Ascazubi, Checa, Cumbaya, El Quinche, Lumbisi, Pifo, Puembo, Tababela y Tumbaco. Cada una de estas parroquias cuenta con un Subcentro de Salud y Yaruqui con un Hospital Base, el encargado de estos subcentros.

El Jefe de Área de Salud N° 14 es el Dr. Humberto Catillo Bujase, el cual se encarga de manejar y proveer de todos los insumos necesarios para la atención de los Subcentros de Salud.

Cada Subcentro cuenta con alrededor de 5 áreas médicas y los instrumentales como termómetros y tensiómetros únicamente se encuentran en el área de preparación, cuando son requeridos en otras áreas son movilizados. Para el caso de las lámparas fluorescentes se encuentran distribuidas en todo el Centro de Salud y el mercurio utilizado en las amalgamas dentales está contenido en cápsulas, lo que evita la exposición directa con el metal, las cuales se encuentran únicamente en los consultorios odontológicos.

El número de personas atendidas diariamente varía de acuerdo a la parroquia, por el número de habitantes, se podría decir que un número promedio es de 100 personas por día, la atención es para los cinco días hábiles, es decir de lunes a viernes, a excepción del área de obstetricia que atiende de una a tres veces por semana.

Son las licenciadas enfermeras jefas del subcentro las encargadas de la administración y control de los instrumentales manejados en el subcentro, así pues, son ellas las que ven la

necesidad de pedir nuevos instrumentales o de dar de baja los instrumentales que están fuera de servicio, sea por ruptura, por que dejan de marcar o por descalibración, para que el Hospital Base los arregle, si fuera posible, o los cambie por nuevos.

Una vez dados de baja los instrumentales, algunos de los Subcentros de Salud informan al personal encargado del Hospital Base Yaruquí para que sean retirados, caso contrario son recogidos por el recolector de basura, o por Fundación Natura, como desechos especiales.

El Hospital Base Yaruquí cuenta con 12 áreas y los instrumentales y equipos se encuentran distribuidos en las diferentes áreas, es decir no son movilizados de una a otra área.

El hospital atiende alrededor de 300 pacientes al día en las diferentes áreas, siendo el área de pediatría la que presenta mayor afluencia de pacientes. La atención es para los cinco días hábiles de la semana; a excepción de la sala de partos, neonatos, hospitalización y emergencias, para los cuales la atención es de los siete días de la semana. El área de hospitalización tiene una dotación de 15 camas.

Las licenciadas enfermeras encargadas del área son las responsables del control y supervisión de todas las actividades de enfermería, así pues, están a cargo de los equipos e instrumentales de sus respectivas áreas, son las que se encargan de notificar la necesidad de equipos e instrumentales nuevos según las necesidades que tengan o de reportar la baja de estos para su reparación, en caso de ser posible o para el cambio respectivo.

El equipo o instrumental que llega al hospital, sea por donaciones o por compra a las casas comerciales, primero ingresa por Inventario, y es de aquí que se distribuye a los diferentes subcentros de salud o a su vez a las diferentes áreas donde se lo requiera dentro del Hospital, se llena un acta de entrega-recepción, se codifica y se registra el nuevo insumo.

Una vez dados de baja los instrumentales se llena las respectivas actas de baja y se los dispone como desechos especiales para ser retirados por el recolector de basura o a su vez por Fundación Natura.

4.2 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

4.2.1 Identificación de áreas médicas dentro del Establecimiento de Salud.

Para la identificación de las áreas médicas se procedió a la realización de encuestas a cada Subcentro u Hospital, a cargo de la enfermera encargada, al Director/a y al Odontólogo/a del Establecimiento Médico. (Anexo 1a y 2a).

4.2.2 Inventario de equipos e instrumentales con contenido de mercurio.

Para el inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio se realizaron los siguientes pasos: (Anexo 1b y 1c).

1. Elaboración de encuestas, con dos partes:
 - a. La primera determina los equipos o instrumentales con contenido de mercurio, así como el número de ellos y el tiempo en el cual son reemplazados;
 - b. La segunda detalla las causas por las que se da de baja al objeto, así como su disposición final.

4.3 TRATAMIENTO DE DATOS

4.3.1 Cuantificación de mercurio en los equipos e instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14, liberados a los diferentes medios.

Una vez realizado el inventario de los instrumentales o equipos que contengan mercurio en el Área de Salud N° 14 se procedió a realizar la evaluación cuantitativa del contenido de este metal en los instrumentales y equipos identificados, para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

1. Recopilación de datos,
2. Determinación del número de instrumentales encontrados (en cada Subcentro de Salud y en el Hospital Yaruquí),

3. Cuantificar, para lo cual se revisó el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, para determinar los gramos de mercurio por artículo.
4. Por último se determinó la cantidad de mercurio líquido por instrumental.

4.3.2 Estimación de la cantidad de mercurio liberado a los diferentes medios receptores.

Una vez determinada la cantidad de mercurio total en cada uno de los Subcentros de Salud y del Hospital Yaruquí, se procedió a estimar la cantidad de este metal que será emitida a los diferentes medios receptores, siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. Con los datos obtenidos en la cuantificación, se determinaron los factores de entrada y factores de distribución de salida de mercurio.
 - a. Para determinar la entrada total de mercurio se aplicó la siguiente ecuación:

$\text{Entrada total} = \text{tasa de actividad (monto o número de productos)} * \text{factor de entrada (contenido de mercurio por producto)}$

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002.

- b. Para determinar los factores de distribución de salida de mercurio, se usan los datos de las tablas elaboradas por el PNUMA:

En el instrumental elaborado por el PNUMA, para el caso de los tensiómetros no existe la información necesaria para la definición de los factores por defecto de salida por lo que se ha tomado los mismo datos tanto para termómetros como para tensiómetros, al ser ambos instrumentales aparatos para medición.

Tabla 5 Factores preliminares de distribución por defecto en las salidas de mercurio a partir del uso y la disposición de termómetros

Etapa del ciclo de vida	Factores de distribución por defecto, porción de las entradas de Hg				
	Aire	Agua	Tierra	Desechos generales	Tratamiento / disposición final
No hay recolección separada de termómetros o ésta es muy limitada. Abunda la recolección informal de desechos generales o simplemente no existe.	0.2	0.3	0.2	0.3	

Tabla 6 Factores preliminares de distribución por defecto en las salidas de mercurio para la producción, el consumo y la disposición de fuentes de luz

Etapa del ciclo de vida	Factores de distribución por defecto, porción de las entradas de Hg				
	Aire	Agua	Tierra	Desechos generales	Tratamiento / disposición final
No hay recolección separada de lámparas o ésta es muy limitada. Abunda la recolección informal de desechos generales o simplemente no existe	0.3		0.3	0.4	

Tabla 7 Factores preliminares de distribución por defecto en las salidas de mercurio causadas por las amalgamas dentales

Etapa del ciclo de vida	Factores de distribución, porción de las entradas de Hg					
	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento /disposición final
Preparaciones de empastes para dientes en clínicas dentales (porción de suministro actual de mercurio para amalgamas dentales)	0.02	0.14		0.6	0.12	0.12

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, Pág. 182 – 200 - 222.

- c. Para determinar las liberaciones de mercurio a los diferentes medios receptores (aire, agua, suelo), se usa la siguiente ecuación:

Liberación estimada de mercurio al diferente medio	=	factor de entrada * factor de distribución de emisiones para el medio receptor
---	----------	---

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, Pág. 37.

4.4 ELABORACION DEL PLAN DE MANEJO PARA INSTRUMENTALES Y EQUIPAMIENTOS CON CONTENIDO DE MERCURIO.

Este plan de manejo será aplicado en el Hospital y en todos los Subcentros de Salud que se encuentren dentro del Área de Salud N°14, siguiendo los pasos detallados a continuación:

1. Se realizará la identificación de residuos especiales peligrosos generados, para lo cual se deben cumplir los siguientes pasos:
 - a. Realizar un inventario para conocer la cantidad y el tipo de desechos generados en cada una de las diferentes áreas del establecimiento de salud. Es importante que dentro de este grupo esté el personal encargado de las compras de equipos o instrumentales y el personal de limpieza.
 - b. Realizar una clasificación de estos desechos. (residuos comunes, infecciosos o patógenos y peligrosos)
 - c. Realizar un inventario de equipos o instrumentales que usen mercurio.
 - d. Determinar las áreas y actividades que generan los distintos tipos de desechos, e identificar posibilidades para prevenir o minimizar su generación. En esto tiene un rol fundamental el personal encargado de las compras de equipos o instrumentales, ya que una manera de prevenir la generación de desechos es utilizar productos que no sean tóxicos. Esto también es más seguro para los pacientes, los trabajadores y el ambiente. Ejemplos de esto es la sustitución de los productos que contengan mercurio.

2. Implementar un programa de reducción en la fuente, para lo cual se debe:

- a. Identificar los dispositivos y productos que pueden ser reemplazados por alternativas libres de mercurio de manera inmediata.
 - b. Reemplazar, siempre que sea posible, los equipos y productos con mercurio existentes por equipos no peligrosos.
 - c. Buenas prácticas de funcionamiento del instrumental que use mercurio para evitar rupturas o daños.
3. Desarrollar e implementar un programa de segregación para los residuos especiales peligrosos, que contengan:
- a. Capacitación al personal
 - b. Rotulación junto a bolsas y contenedores.
 - c. Provisión de contenedores y bolsas.
4. Recolección y almacenamiento interno, que incluya:
- a. Instalaciones de almacenamiento apropiadas.
 - b. Recipientes apropiados para el almacenamiento de desechos.
5. Capacitación.
- a. Informar al personal sobre las consecuencias para la salud y el ambiente del uso de mercurio en el sector de la salud.
 - b. Informar al público sobre la preocupación por el ambiente y la salud de la comunidad, y sobre las medidas tomadas para eliminar contaminantes tóxicos del establecimiento.
 - c. Programas educativos.
6. Elaborar procedimientos para la limpieza segura, en el caso de existir derrames de mercurio.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

5.1.1 Identificación de áreas médicas dentro del Establecimiento de Salud.

El Área de Salud N°14 cuenta con 1 Hospital Base, ubicado en Yaruquí, y 9 Subcentros de Salud, para cada parroquia ubicada dentro de esta Área, como se detalló anteriormente.

Hospital Base Yaruquí

El Hospital cuenta con 12 áreas médicas:

- Pediatría
- Odontología
- Ginecología / Cirugía
- Traumatología / Cirugía
- Medicina Interna
- Cirugía General
- Inmunizaciones
- Sala de partos
- Neonatos
- Quirófano
- Hospitalización
- Emergencia

Subcentro de Salud Lumbisí

Este Subcentro cuenta con 5 áreas:

- Obstetricia y Ginecología,
- Área de preparación
- Sala de estadística

- Odontología.

Subcentro de Salud Cumbaya

Este Subcentro cuenta con 5 áreas médicas:

- Pediatría
- Obstetricia
- Enfermería
- Vacunas
- Odontología.

Subcentro de Salud Tumbaco

Este Subcentro cuenta con 7 áreas médicas:

- Ginecología y Obstetricia
- Pediatría
- Medicina General
- Odontología
- Consulta externa
- Vacunas
- Emergencia

Subcentro de Salud Puembo

Este Subcentro cuenta con 4 áreas médicas:

- Ginecología
- Pediatría
- Odontología
- Medicina General

Subcentro de Salud Pifo

Este Subcentro cuenta con 5 áreas médicas:

- Ginecología y Obstetricia

- Pediatría
- Medicina General
- Odontología
- Vacunas / Preparación de pacientes.

Subcentro de Salud Tababela

Este Subcentro cuenta con 3 áreas médicas:

- Medicina General
- Ginecología y Obstetricia
- Enfermería.

Subcentro de Salud Quinche

Este Subcentro cuenta con 4 áreas médicas:

- Pediatría
- Ginecología
- Medicina General
- Odontología

Subcentro de Salud Ascásubi

Este Subcentro cuenta con 3 áreas médicas:

- Ginecología y Obstetricia
- Medicina General
- Odontología.

5.1.2 Inventario de Equipos e Instrumentales con Contenido de Mercurio.

- Para la identificación del equipo e instrumental con contenido de mercurio se entrevistó a la enfermera encargada, o a su vez al Director o Directora y al Odontólogo/a, los cuales identificaron como instrumentales con contenido de mercurio a (Anexo 2b, 2c, 2d):

- Termómetros,
- Tensiómetros,
- Amalgamas dentales
- Lámparas fluorescentes;

Más no se encontró equipamientos con contenido de mercurio, para todos los Establecimientos de Salud del Área de Salud N°14. Cabe recalcar que la diferencia entre uno y otro es que *“los equipos son aquellos que tienen un valor estimado y están conformados por varios instrumentales, por ejemplo equipo de anestesia, equipo de succión. Los instrumentales son bienes de control, que no tienen un valor estimado y por lo general son unidades pequeñas que cumplen una sola función, por ejemplo los termómetros”*.⁴⁸

El tiempo de vida útil del instrumental está dado por la casa comercial, siendo este el período que se espera deben cumplir para la función que fueron elaborados.

En el caso de los termómetros se espera lleguen a cumplir 5 años sin ningún daño, o ruptura, a este instrumental no se realiza ningún tipo de mantenimiento o reparación, si sufre alguna ruptura o golpe es descartado. La mayoría de termómetros no llegan a cumplir este tiempo, por descuido de las enfermeras que los manejan o generalmente por el de los pacientes, por lo que se rompen muy a menudo.

Para el caso de los tensiómetros, el tiempo de vida útil es dos años, de acuerdo a las encuestas que se realizó, estos instrumentales duran más del tiempo esperado en todos los establecimientos del Área de Salud N° 14, durando hasta 5 años. A estos instrumentales se les hace mantenimiento y reparaciones en el caso de requerirlos puesto que los daños que suelen sufrir son externos.

⁴⁸ Andrade María Cristina. Evaluación Cuantitativa y Plan De Gestión de los Equipos e Instrumentales que contienen Mercurio del Hospital Pablo Arturo Suarez. Tesis de Grado inédita. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Internacional SEK. Quito. 2008.

Las lámparas fluorescentes tienen un tiempo de vida útil de 1 año dependiendo del uso que se le dé. De acuerdo a las encuestas realizadas en el Área de Salud N° 14 este artículo no llega a cumplir con este tiempo de vida útil. Y una vez que dejan de funcionar son descartados.

En el caso de las amalgamas dentales por lo general, tienen una vida útil de 10 a 20 años (en dientes adultos). Los empastes de amalgama pueden durar hasta el final de la vida de una persona que haya tenido empastes en su dentadura.

A continuación se presentan los datos obtenidos de la primera parte de la encuesta:

Tabla 8 Datos de Termómetros encontrados en el Área de Salud N°14.

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	ÁREA MÉDICA	INSTRUMENTAL	TIEMPO DE VIDA ÚTIL	CADA QUE TIEMPO SE REEMPLAZAN	NÚMERO (unidades en el establecimiento)
Subcentro de Salud Lumbisí	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 cada 3 meses	8
Subcentro de Salud Cumbaya	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 por mes	10
Subcentro de Salud Tumbaco	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 por día	10
Subcentro de Salud Puembo	Área de preparación	Termómetro	5 años	2 cada 3 meses	6
Subcentro de Salud Pifo	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 - 2 por día	20
Subcentro de Salud Tababela	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 cada 3 meses	5
Subcentro de Salud Quinche	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 cada 4 meses	16
Subcentro de Salud Checa	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 al mes	4
Subcentro de Salud Ascásubi	Área de preparación	Termómetro	5 años	1 cada 15 días	10
Hospital Yaruquí	Preparación Pediatría	Termómetro	5 años	1 por día	6
	Sala de parto	Termómetro	5 años	1 a la semana	2
	Emergencia	Termómetro	5 años	1 a la semana	1
	Consulta Externa	Termómetro	5 años	1 a la semana	8
	Hospitalización	Termómetro	5 años	1 a la semana	10
	Quirófano	Termómetro	5 años	1 a la semana	2

Tabla 9 Datos de Tensiómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	ÁREA MÉDICA	INSTRUMENTAL	TIEMPO DE VIDA ÚTIL	TIEMPO EN SER REEMPLAZADOS	NÚMERO (unidades en el establecimiento)
Subcentro de Salud Lumbisí	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	2 Años	2
Subcentro de SaludCumbaya	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	7 meses - 1 año	1
Subcentro de Salud Tumbaco	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	3 - 4 Años	3
Subcentro de Salud Puembo	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	1 Año	3
Subcentro de Salud Pifo	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	2 Años	5
Subcentro de Salud Tababela	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	3 Años	2
Subcentro de Salud Quinche	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	4 Años	1
Subcentro de Salud Checa	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	4 Años	3
Subcentro de Salud Ascásubi	Área de preparación	Tensiómetros	2 años	2 Años	2
Hospital Yaruquí	Preparación Pediatría	Tensiómetros	2 años	6 meses - 1 año	1
	Sala de parto	Tensiómetros	2 años	6 meses - 1 año	1
	Emergencia	Tensiómetros	2 años	6 meses - 1 año	2
	Consulta Externa	Tensiómetros	2 años	6 meses - 1 año	1
	Hospitalización	Tensiómetros	2 años	6 meses - 1 año	1
	Quirófano	Tensiómetros	2 años	6 meses - 1 año	2

Tabla 10 Datos de Lámparas fluorescentes encontrados en el Área de Salud N° 14.

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	ÁREA MÉDICA	INSTRUMENTAL	TIEMPO DE VIDA ÚTIL	TIEMPO EN SER REEMPLAZADOS	NÚMERO (unidades en el establecimiento)
Subcentro de Salud Lumbisí	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	10
Subcentro de SaludCumbaya	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	26
Subcentro de Salud Tumbaco	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	48
Subcentro de Salud Puembo	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	38
Subcentro de Salud Pifo	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	48
Subcentro de Salud Tababela	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	10
Subcentro de Salud Quinche	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	80
Subcentro de Salud Checa	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	10
Subcentro de Salud Ascásubi	Todas las áreas	Lámparas fluorescentes	1 años	Cada año	6
Hospital Yaruquí	Preparación Pediatría	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	14
	Sala de parto	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	6
	Emergencia	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	26
	Consulta Externa	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	12
	Hospitalización	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	50

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	ÁREA MÉDICA	INSTRUMENTAL	TIEMPO DE VIDA ÚTIL	TIEMPO EN SER REEMPLAZADOS	NÚMERO (unidades en el establecimiento)
	Quirófano	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	14
	Ginecología / Cirugía	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	14
	Traumatología / Cirugía	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	14
	Medicina Interna	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	16
	Cirugía General	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	10
	Neonatos	Lámparas fluorescentes	1 años	6 meses	8

Tabla 11 Datos de amalgamas dentales encontrados en el Área de Salud N° 14

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	ÁREA MÉDICA	INSTRUMENTAL	NÚMERO (cápsulas en ser usadas)
Subcentro de Salud Lumbisi	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	20 / semanales
Subcentro de SaludCumbaya	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	1 – 2/ diarias
Subcentro de Salud Tumbaco	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	2 – 3 / diarias
Subcentro de Salud Puembo	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	1 – 2 / diarias
Subcentro de Salud Pifo	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	10 / semanales
Subcentro de Salud Tababela	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	0 – 1 / diarias
Subcentro de Salud Quinche	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	2 – 3 / diarias
Subcentro de Salud Checa	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	1 – 2 / diarias
Subcentro de Salud Ascasubi	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	1 – 2 / diarias
Hospital Yaruquí	Departamento Odontológico	Amalgamas dentales	25 / cada mes

- b. En la segunda parte de la encuesta identificamos las causas por las que se da de baja los instrumentales y se concluyó lo siguiente:

Termómetros:

Para el caso de los termómetros la razón por la que se consideran obsoletos es:

- Por ruptura,
- Y por que han dejado de marcar,

Una vez dados de baja van al embase de desechos cortopunzantes, (Anexo 2g), una vez lleno el recipiente que los contiene es sellado, se los dispone en un cartón previamente rotulado y se los dispone en el sitio de almacenamiento final hasta que el recolector de basura o Fundación Natura se los lleve en fundas de color rojo como desechos especiales.

Tensiómetros:

Se los considera fuera de servicio a los tensiómetros por:

- Descalibración,
- Daño de perillas o mal estado.

Primero se llena el acta para dar de baja, posterior a esto son retirados por personal encargado del Hospital y dispuestos en la bodega de almacenamiento.

Lámparas fluorescentes:

Las lámparas fluorescentes son dadas de baja:

- Por que dejan de funcionar

Son retiradas por personal encargado de mantenimiento, se los coloca en desechos especiales y es llevado por el recolector de basura o por Fundación Natura.

Amalgamas dentales:

Una vez usada la cápsula de la amalgama, queda fuera de servicio y va al recipiente de desechos contaminados. En el caso de quedar algún residuo, de la mezcla de mercurio con polvo de metales, sin utilizar, sucede:

- Se los dispone en el recipiente de desechos contaminados (Anexo 2h),
- Se los disponen en la basura común, o
- Se los almacenan en recipientes con agua, en este caso una vez lleno el recipiente, es cerrado y dispuesto en los desechos especiales (Anexo 2e).

5.2 TRATAMIENTO DE DATOS

5.2.1 Cuantificación de Mercurio Líquido en los Equipos e Instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14, liberados a los Diferentes Medios.

Para determinar la cantidad de mercurio para cada tipo de instrumental se realizará la multiplicación del número total de artículos (termómetros, tensiómetros, lámparas fluorescentes y amalgamas dentales) encontrados en cada Subcentro de Salud y en el Hospital Yaruquí con el factor de entrada (contenido de mercurio en gramos de Hg por unidad de producto producido).

Para el factor de entrada se determinará un valor mínimo y un máximo, basándose en los datos obtenidos del Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, descritos a continuación para:

TERMOMETROS:

Tipo de termómetro	Contenido de mercurio (g de Hg/artículo) (mín - máx)
Termómetros médicos	0.5-1.5

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, Pág. 181.

LAMPARAS FLUORESCENTES:

Tipo de fuente de luz	Contenido de mercurio en fuente de luz, mg de Hg/artículo (mín - máx)
Lámpara fluorescente compacta (CFL, extremo sencillo)	5 - 15

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, Pág. 199.

TENSIOMETROS:

Tipo de equipo	Contenido de mercurio en equipos (g de Hg/artículo)
Medidores de presión sanguínea para uso médico	85

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, Pág. 225.

AMALGAMAS DENTALES:

Tipo de mercurio en amalgama	Contenido de mercurio; g de mercurio consumidos por habitante por año; (mínimo - máximo)
Mercurio usado anualmente para preparaciones de amalgamas dentales	0.05 - 0.2

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, Pág. 219.

A continuación se presentan las tablas con los valores calculados para el Área de Salud N° 14:

Tabla 12 Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrado en los termómetros del Área de Salud N° 14

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	INSTRUMENTAL	NÚMERO	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Máximo	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Mínimo	CANTIDAD DE MERCURIO MÁXIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)	CANTIDAD DE MERCURIO MÍNIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)
Subcentro de Salud Lumbisi	Termómetro	8	1,5	0,5	12	4
Subcentro de Salud Cumbaya	Termómetro	10	1,5	0,5	15	5
Subcentro de Salud Tumbaco	Termómetro	10	1,5	0,5	15	5
Subcentro de Salud Puembo	Termómetro	6	1,5	0,5	9	3
Subcentro de Salud Pifo	Termómetro	20	1,5	0,5	30	10
Subcentro de Salud Tababela	Termómetro	5	1,5	0,5	7,5	2,5
Subcentro de Salud Quinche	Termómetro	16	1,5	0,5	24	8
Subcentro de Salud Checa	Termómetro	4	1,5	0,5	6	2
Subcentro de Salud Ascasubi	Termómetro	10	1,5	0,5	15	5
Hospital Yaruqui	Termómetro	6	1,5	0,5	9	3
	Termómetro	2	1,5	0,5	3	1
	Termómetro	1	1,5	0,5	1,5	0,5
	Termómetro	8	1,5	0,5	12	4
	Termómetro	10	1,5	0,5	15	5
	Termómetro	2	1,5	0,5	3	1
TOTAL:		118		TOTAL:	177	59

Tabla 13 Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrado en los tensiómetros del Área de Salud N° 14

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	INSTRUMENTAL	NÚMERO	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Máximo	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Mínimo	CANTIDAD DE MERCURIO MÁXIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)	CANTIDAD DE MERCURIO MÍNIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)
Subcentro de Salud Lumbisi	Tensiómetros	2	50	85	100	170
Subcentro de Salud Cumbaya	Tensiómetros	1	50	85	50	85
Subcentro de Salud Tumbaco	Tensiómetros	3	50	85	150	255
Subcentro de Salud Puembo	Tensiómetros	3	50	85	150	255
Subcentro de Salud Pifo	Tensiómetros	5	50	85	250	425
Subcentro de Salud Tababela	Tensiómetros	2	50	85	100	170
Subcentro de Salud Quinche	Tensiómetros	1	50	85	50	85
Subcentro de Salud Checa	Tensiómetros	3	50	85	150	255
Subcentro de Salud Ascasubi	Tensiómetros	2	50	85	100	170
Hospital Yaruqui	Tensiómetros	1	50	85	50	85
	Tensiómetros	1	50	85	50	85
	Tensiómetros	2	50	85	100	170
	Tensiómetros	1	50	85	50	85
	Tensiómetros	1	50	85	50	85
	Tensiómetros	2	50	85	100	170
	TOTAL:	30		TOTAL:	1500	2550

Tabla 14 Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrado en lámparas fluorescentes del Área de Salud N° 14

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	INSTRUMENTAL	NÚMERO	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Máximo	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Mínimo	CANTIDAD DE MERCURIO MÁXIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)	CANTIDAD DE MERCURIO MÍNIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)
Subcentro de Salud Lumbisi	Lámparas fluorescentes	10	15	5	150	50
Subcentro de Salud Cumbaya	Lámparas fluorescentes	26	15	5	390	130
Subcentro de Salud Tumbaco	Lámparas fluorescentes	48	15	5	720	240
Subcentro de Salud Puembo	Lámparas fluorescentes	38	15	5	570	190
Subcentro de Salud Pifo	Lámparas fluorescentes	48	15	5	720	240
Subcentro de Salud Tababela	Lámparas fluorescentes	10	15	5	150	50
Subcentro de Salud Quinche	Lámparas fluorescentes	80	15	5	1200	400
Subcentro de Salud Checa	Lámparas fluorescentes	10	15	5	150	50
Subcentro de Salud Ascasubi	Lámparas fluorescentes	6	15	5	90	30
Hospital Yaruqui	Lámparas fluorescentes	14	15	5	210	70
	Lámparas fluorescentes	6	15	5	90	30
	Lámparas fluorescentes	26	15	5	390	130
	Lámparas fluorescentes	12	15	5	180	60
	Lámparas fluorescentes	50	15	5	750	250

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	INSTRUMENTAL	NÚMERO	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Máximo	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Mínimo	CANTIDAD DE MERCURIO MÁXIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)	CANTIDAD DE MERCURIO MÍNIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)
	Lámparas fluorescentes	14	15	5	210	70
	Lámparas fluorescentes	14	15	5	210	70
	Lámparas fluorescentes	14	15	5	210	70
	Lámparas fluorescentes	16	15	5	240	80
	Lámparas fluorescentes	10	15	5	150	50
	Lámparas fluorescentes	8	15	5	120	40
	TOTAL:	460		TOTAL:	6900	2300

Tabla 15 Cantidad total máxima y mínima de mercurio encontrado en amalgamas dentales del Área de Salud N° 14

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	INSTRUMENTAL	NÚMERO	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Máximo	CONTENIDO DE MERCURIO (g de Hg/artículo) Mínimo	CANTIDAD DE MERCURIO MÁXIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)	CANTIDAD DE MERCURIO MÍNIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg/artículo)
Subcentro de Salud Lumbisi	Amalgamas dentales	35	0.2	0.05	7	1.75
Subcentro de Salud Cumbaya	Amalgamas dentales	30	0.2	0.05	6	1.5
Subcentro de Salud Tumbaco	Amalgamas dentales	35	0.2	0.05	7	1.75
Subcentro de Salud Puembo	Amalgamas dentales	30	0.2	0.05	6	1.5
Subcentro de Salud Pifo	Amalgamas dentales	25	0.2	0.05	5	1.25
Subcentro de Salud Tababela	Amalgamas dentales	25	0.2	0.05	5	1.25
Subcentro de Salud Quinche	Amalgamas dentales	30	0.2	0.05	6	1.5
Subcentro de Salud Checa	Amalgamas dentales	20	0.2	0.05	4	1
Subcentro de Salud Ascasubi	Amalgamas dentales	20	0.2	0.05	4	1
Hospital Yaruqui	Amalgamas dentales	45	0.2	0.05	9	2.25
	TOTAL:	295		TOTAL:	59	14.75

A continuación se observará representaciones gráficas del porcentaje, tanto para la cantidad máxima como mínima de mercurio contenido en los instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14.

Gráfico 1

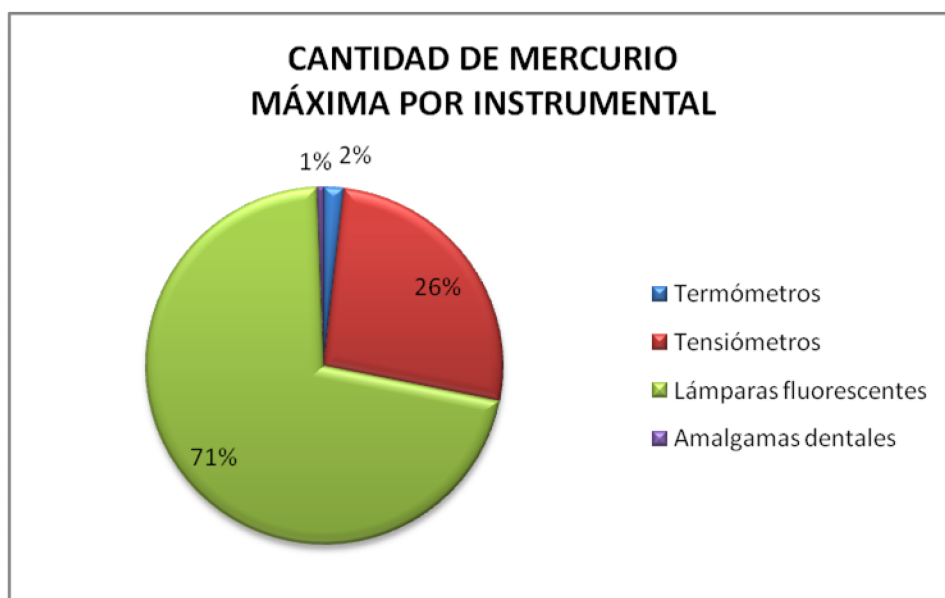
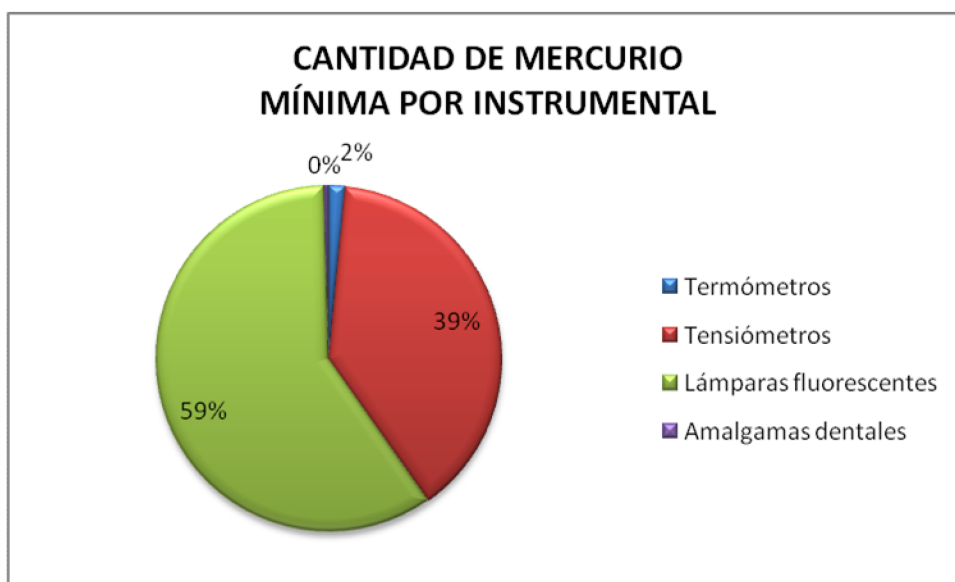


Gráfico 2



En el gráfico N° 1 y 2 podemos observar que en el Área de Salud N° 14 el instrumental con mayor porcentaje en contenido de mercurio son las lámparas fluorescentes seguidas por los

tensiómetros y en bajos niveles los termómetros y las amalgamas dentales, esto se debe al número de instrumentales presentes en los establecimientos médicos, a pesar que mayor contenido de mercurio, por unidad de artículo, tienen los tensiómetros, cada centro médico cuenta con un número mayor de lámparas fluorescentes que de tensiómetros, en promedio cada establecimiento médico cuenta con dos o tres tensiómetros y alrededor de 30 lámparas fluorescentes.

5.2.2 Estimación de la Cantidad de Mercurio Liberado a los Diferentes Medios Receptores.

Para el cálculo de las liberaciones a diferentes medios receptores (aire, agua, tierra, productos, desechos generales, tratamiento específico de desechos por sector) nos basamos en los datos obtenidos por el Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el cual sugiere factores de entrada y factores de distribución de salida de mercurio según la etapa del ciclo de vida en el que se encuentren cada uno de los artículos (termómetros, tensiómetros, lámparas fluorescentes y amalgamas dentales).

Para determinar las liberaciones de mercurio a los diferentes medios receptores primero determinamos el factor de **entrada total** de cada tipo de artículo, mediante la multiplicación de la **tasa de actividad** (número de productos manufacturados), con el **factor de entrada** (contenido de mercurio en gramos de Hg por unidad de producto).

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16 Entrada total de mercurio en termómetros encontrados en el Área de Salud

N° 14.

TERMÓMETROS	Tasa de actividad (número de artículos)	Factor de entrada (g de Hg/artículo)		ENTRADA TOTAL: (g de Hg)
	118	máx.	1.5	177
	118	mín.	0.5	59

Tabla 17 Entrada total de mercurio en tensiómetros encontrados en el Área de Salud

N° 14.

TENSÍOMETROS	Tasa de actividad (número de artículos)	Factor de entrada (g de Hg/artículo)		ENTRADA TOTAL: (g de Hg)
	30	máx.	85	2550
	30	mín.	50	1500

Tabla 18 Entrada total de mercurio en lámparas fluorescentes encontradas en el Área de Salud N° 14.

LÁMPARAS FLUORESCENTES	Tasa de actividad (número de artículos)	Factor de entrada (g de Hg/artículo)		ENTRADA TOTAL: (g de Hg)
	460	máx.	15	6900
	460	mín.	5	2300

Tabla 19 Entrada total de mercurio en amalgamas dentales encontradas en el Área de Salud N° 14

AMALGAMAS DENTALES	Tasa de actividad (número de artículos)	Factor de entrada (g de Hg/artículo)		ENTRADA TOTAL: (g de Hg)
	295	máx.	0.2	59
	295	mín.	0.05	14.8

Las liberaciones estimadas de mercurio para cada vía se calculan multiplicando del número de productos manufacturados, denominado **tasa de actividad**, con un **factor de entrada**, que se define como el contenido de mercurio (en gramos de Hg) por unidad de producto

manufacturado para cada tipo de fuente, y por la fracción o parte (sin unidades) de la entrada de mercurio que se libera a través de una vía en particular (aire, agua, tierra, producto, desecho general o tratamiento específico de desechos), denominada **factores de distribución de las emisiones**.

A continuación se presentan las tablas 20, 21, 22, 23 donde se detalla los valores calculados en las liberaciones estimadas a los diferentes medios según las cantidades máximas y mínimas de mercurio para el Área de Salud N° 14:

Tabla 20 Liberaciones según la Cantidad Máxima y Mínima de Mercurio que contienen los Termómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.

TERMÓMETROS	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Aire por Uso (g de Hg)
	máximo	177	0.2	35.4
	mínimo	59	0.2	11.8
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Agua por Uso (g de Hg)
	máximo	177	0.3	53.1
	mínimo	59	0.3	17.7
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Suelo por Uso (g de Hg)
	máximo	177	0.2	35.4
	mínimo	59	0.2	11.8
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio a Desechos Generales por Uso (g de Hg)
	máximo	177	0.3	53.1
	mínimo	59	0.3	17.7

Tabla 21 Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen los tensiómetros encontrados en el Área de Salud N° 14.

TENSÍOMETROS	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Aire por Uso (g de Hg)
	máximo	2550	0.2	510
	mínimo	1500	0.2	300
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Agua por Uso (g de Hg)
	máximo	2550	0.3	765
	mínimo	1500	0.3	450
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Suelo por Uso (g de Hg)
	máximo	2550	0.2	510
	mínimo	1500	0.2	300
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio a Desechos Generales por Uso (g de Hg)
	máximo	2550	0.3	765
	mínimo	1500	0.3	450

Tabla 22 Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen las lámparas fluorescentes encontradas en el Área de Salud N° 14.

LÁMPARAS FLUORESCENTES	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Aire por Uso (g de Hg)
	máximo	6900	0.3	2070
	mínimo	2300	0.3	690
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Suelo por Uso (g de Hg)
	máximo	6900	0.3	2070
	mínimo	2300	0.3	690
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio a Desechos Generales por Uso (g de Hg)
	máximo	6900	0.4	2760
	mínimo	2300	0.4	920

Tabla 23 Liberaciones según la cantidad máxima y mínima de mercurio que contienen las amalgamas dentales encontradas en el Área de Salud N° 14.

AMALGAMAS DENTALES	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Aire por Uso (g de Hg)
	máximo	59	0.02	1.2
	mínimo	14.75	0.02	0.3
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio al Agua por Uso (g de Hg)
	máximo	59	0.14	8.3
	mínimo	14.75	0.14	2.1
	Factor de entrada (g de Hg)		Factor de Distribución	Liberación Estimada de Mercurio a Desechos Generales por Uso (g de Hg)
	máximo	59	0.12	7.1
	mínimo	14.75	0.12	1.8

En la tabla 24 se observa el total de la cantidad máxima y mínima de mercurio contenido en los instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14, la tabla 25 nos presentan un resumen detallado de las cantidades máximas y mínimas liberadas al diferente medio:

Tabla 24 Cantidad total máxima y mínima de mercurio contenido en los instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14.

INSTRUMENTAL	CANTIDAD DE MERCURIO MÁXIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg)	CANTIDAD DE MERCURIO MÍNIMA POR INSTRUMENTAL (g de Hg)
Termómetros	177	59
Tensiómetros	2550	1500
Lámparas fluorescentes	6900	2300
Amalgamas dentales	59	14.75
TOTAL:	9686	3873.75

Tabla 25 Liberaciones según la cantidad máxima y mínima total de mercurio que contienen los instrumentales encontrados en el Área de Salud N° 14.

Instrumental	Liberación estimada de mercurio al diferente medio	Liberaciones según la cantidad máxima (g de Hg)	Liberaciones según la cantidad mínima (g de Hg)
Termómetros	Al Aire	35.4	11.8
	Al Agua	53.1	17.7
	Al Suelo	35.4	11.8
	A Desechos Generales	53.1	17.7
Lámparas fluorescentes	Al Aire	2070	690
	Al Suelo	2070	690
	A Desechos Generales	2760	920
Tensiómetros	Al Aire	510	300
	Al Agua	765	450

Instrumental	Liberación estimada de mercurio al diferente medio	Liberaciones según la cantidad máxima (g de Hg)	Liberaciones según la cantidad mínima (g de Hg)
	Al Suelo	510	300
	A Desechos Generales	765	450
Amalgamas dentales	Al Aire	1.2	0.3
	Al Agua	8.3	2.1
	A Desechos Generales	7.1	1.8

A continuación se observará representaciones gráficas del porcentaje de mercurio que será liberado a los diferentes medios receptores, para cada instrumental encontrado en el Área de Salud N° 14:

Gráfico 3

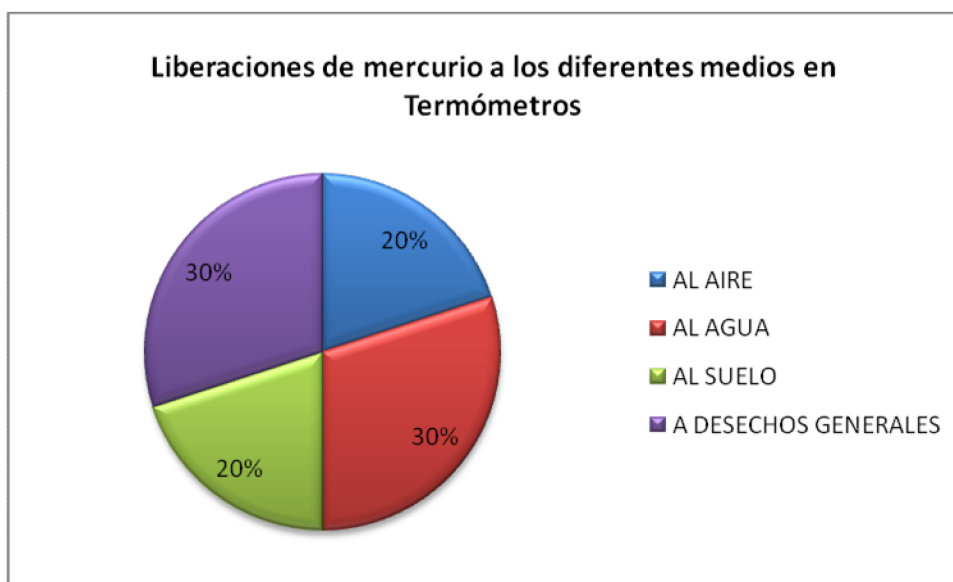


Gráfico 4

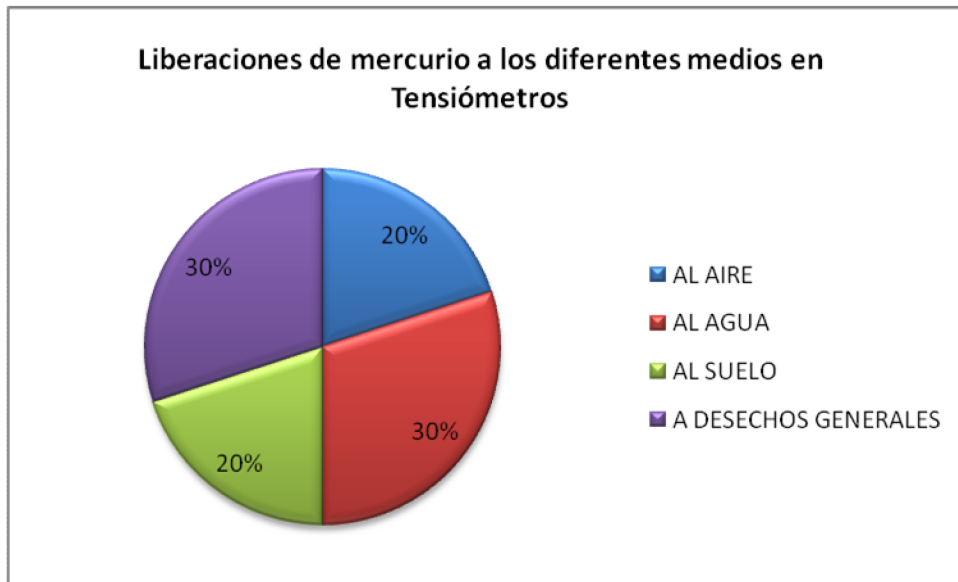


Gráfico 5

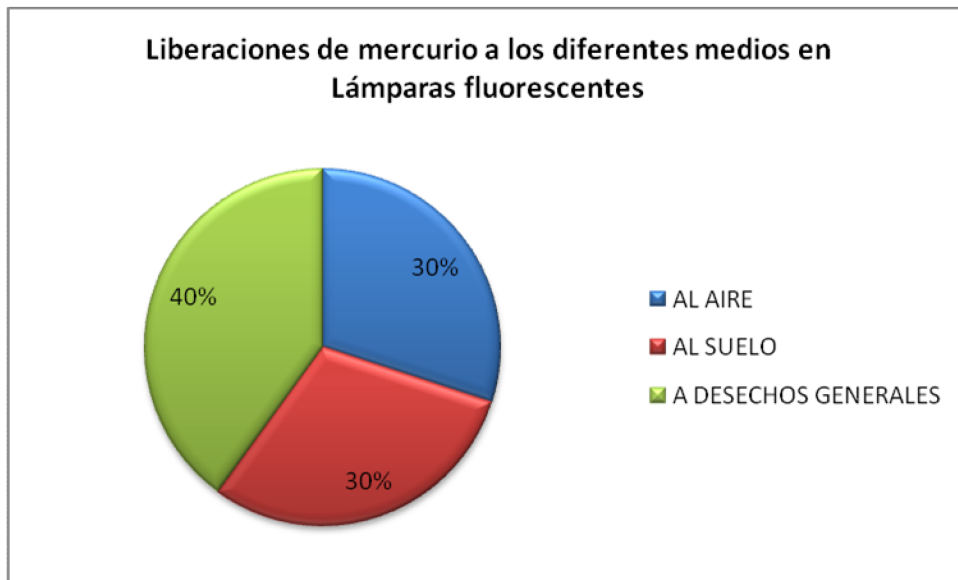
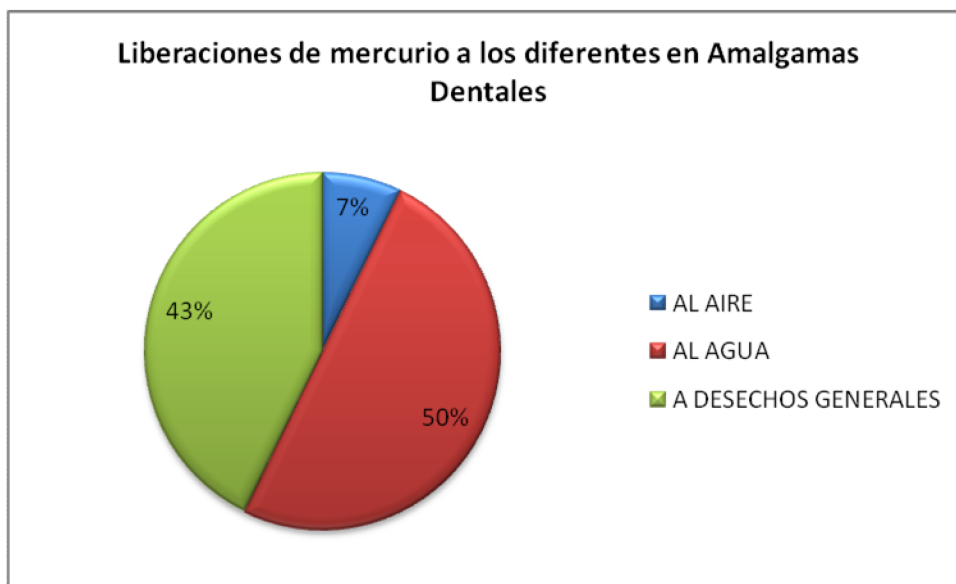


Gráfico 6



En el gráfico 3, 4, 5, 6 se puede observar la cantidad de mercurio que cada tipo de instrumental (termómetros, tensiómetros, lámparas fluorescentes y amalgamas dentales) liberará al diferente medio receptor una vez que dejen de cumplir su función y se conviertan en desechos, la frecuencia con que esto sucede varía de acuerdo al artículo, por ejemplo los termómetros son cambiados o sustituidos a diario, los tensiómetros cada 2 a 3 años, las lámparas fluorescentes cada 6 meses y las amalgamas dentales duran aproximadamente 10 años, pero estas últimas generan residuos diarios en el momento del uso o aplicación, entonces se podría concluir que a corto plazo son los termómetros los que generan más residuos por ende mayor liberación al medio.

CAPITULO VI

6.1 PLAN DE MANEJO PARA INSTRUMENTALES Y EQUIPAMIENTOS CON CONTENIDO DE MERCURIO.

Para minimizar la cantidad y toxicidad de los desechos generados por el Área de Salud N° 14, es necesario el desarrollo de un plan de manejo para asegurar que su gestión controle, segregue, reduzca y sustituya los instrumentos o equipos con contenido de mercurio, de manera que se proteja la salud del público y el ambiente.

6.1.1 Identificación de Residuos Especiales Peligrosos Generados

Definiciones:

“Residuos especiales. Son los generados durante las actividades auxiliares de los centros de salud. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como: corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad.

- **Residuos químicos peligrosos:** Sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivos, reactivos, genotóxicos o mutagénicos, es usada en productos químicos de laboratorio, líquidos de radiología, drogas citostáticas, farmacológicas, plomo, mercurio, plata, pilas y baterías, productos de limpieza, aceites y solventes usados para operar calderas”.⁴⁹

Para un correcto manejo de los desechos de los establecimientos de salud, se deben tener en cuenta todas las etapas que intervienen en la formación de los mismos, desde que se adquieren materiales hasta su disposición final, e intervenir en cada una de las etapas con vistas a minimizar la cantidad y toxicidad de los desechos que se generan.

⁴⁹ Proyecto Internacional de Eliminación de los Cop. Argentina, Mayo 2005. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1217>. Pág. 10.

Objetivos:

- Realizar un inventario para conocer la cantidad de desechos especiales peligrosos generados en cada una de las diferentes áreas del establecimiento de salud.
- Identificar posibilidades para prevenir o minimizar la generación de desechos.

Responsable:

El personal responsable de dichas actividades será el personal encargado de las compras de equipos o instrumentales y el personal de limpieza.

Procedimiento:

El Establecimiento de Salud debe ejecutar:

1. Una clasificación de desechos generados en todo el establecimiento de salud (desechos comunes, desechos patógenos, desechos especiales).
2. Una vez conocidos los desechos especiales peligrosos generados en el establecimiento de salud se procede a la realización de un inventario de equipos o instrumentales que contengan mercurio.
3. Clasificar los equipos e instrumentales como inmediatamente sustituibles y gradualmente sustituibles. (El fabricante de los dispositivos que se sustituyen los debe retirar o bien debe hacerlo el proveedor del equipo alternativo).

6.1.2 Reducción de Desechos en la Fuente**Objetivos:**

- Minimizar o eliminar la generación de residuos especiales peligrosos en su origen.
- Reducir la frecuencia de rupturas de instrumental con contenido de mercurio.

Responsables:

- Las encargadas del cumplimiento de esta actividad serán las licenciadas enfermeras jefes de área, y personal encargado de las compras de equipos o instrumentales.

Procedimientos:

1. Aplicar estrategias para el reemplazo de ciertos productos, por ejemplo la introducción de aparatos libres de mercurio.
2. Realizar un control del inventario:
 - a. De los desechos generados

El personal encargado de esta actividad debe llenar un registro donde se detalle el área en la que se generaron los residuos así como su peso y la frecuencia en la que se generan.

- b. De los instrumentales con contenido de mercurio.

El personal encargado de esta actividad debe llenar un registro donde se detalle el número de instrumentales que sufrieron algún daño como ruptura o descalibración, y las causas que lo ocasionaran.

3. Buenas prácticas de funcionamiento de los instrumentales.
 - a. Los termómetros y tensiómetros deben ser utilizados, por el personal de salud, con precaución, para evitar golpes o rupturas.
 - b. No se debe dejar los termómetros sin protección individual sobre superficies planas o en lugares no destinados para su almacenamiento, ya que pueden ser desplazados al suelo y sufrir rupturas.
 - c. Los tensiómetros deben ser guardados en lugares específicos y evitar el ubicarlos en sectores donde haya mucho movimiento, ya que los tensiómetros móviles podrían ser desplazados al suelo causando su ruptura o descalibración.

En el caso de haber ruptura del instrumental y darse un derrame de mercurio seguir los pasos expuestos en “**Manejo para la limpieza de derrames de mercurio**”.

6.1.3 Programa de Segregación para los Residuos Especiales Peligrosos.

La segregación consiste en la separación de los diferentes tipos de residuos, y para que esta sea adecuada, debe ser realizada en el momento de la generación y ser almacenados por separado unos de otros. Para ello es necesario que se dispongan los recipientes acordes para cada tipo de desecho y señalizaciones que ayuden a identificar adónde va cada material.

Es importante esta actividad puesto que el tratamiento y disposición final es diferente para los distintos tipos de residuos generados en un establecimiento médico. Por ejemplo, los desechos patógenos son tratados en incineradores para eliminar virus, bacterias y dispuestos en rellenos sanitarios, pero si los peligrosos son tratados de igual manera resultan muy contaminantes para el ambiente y la salud pública, ya que al ser incinerados generan una importante emisión de distintos contaminantes tóxicos; por lo que deben ser tratados independientemente unos de otros.

Objetivos:

- Realizar una separación de desechos.
- Minimizar la mezcla de residuos patógenos con peligrosos.

Responsables:

Todos los profesionales, técnicos, auxiliares y personal de cada uno de los servicios son responsables de la separación y depósito de los desechos en los recipientes específicos.

Procedimientos:

1. Realizar una capacitación al personal de salud, para evitar los errores y las dudas al momento de separar los desechos, para lo cual es de utilidad analizar los criterios con los que se realiza la segregación y señalar los elementos que pueden traer más dificultades.
2. Colocar carteles de señalización que indiquen qué desecho va en cada bolsa, si es necesario, con un texto específico para cada área, esto ayudara a recordar que debe realizarse segregación e indicará puntualmente como debe realizarse.

3. Los objetos punzo-cortantes deben ser dispuestos en un embalaje rígido. De preferencia utilizar recipientes y frascos rígidos de tamaño pequeño y de materiales de plástico, cartón o metal y la abertura de ingreso tiene que evitar la introducción de las manos los cuales son sellados cuando están llenos en sus 2/3 (dos tercios) .
“Su capacidad no debe exceder los 6 litros. Su rotulación deberá ser: PELIGRO: OBJETOS CORTOPUNZANTES”.⁵⁰
4. Los recipientes, las bolsas y los lugares donde éstos se ubican deben tener un código de colores e indicaciones visibles sobre el tipo de desecho y el riesgo que representan *“Rojo. Para desechos infecciosos y especiales, Negro. Para desechos comunes, Gris. Para depositar material reciclable: papel, cartón, plástico, vidrio, etc”*.⁵¹
5. El tamaño y número de los recipientes debe ser adecuado a la cantidad de desechos que se prevé serán generados en cada sala *“la capacidad será aproximadamente 30 litros para el almacenamiento primario y 100 litros para el secundario y en el almacenamiento terciario se usarán recipientes de 500 litros”*.⁵² Las bolsas deben tener el espesor y tamaño adecuado a la composición y peso del desecho y la resistencia adecuada para facilitar la recolección y el transporte.

6.1.4 Recolección y Almacenamiento de Residuos Generados en las diferentes Áreas.

La recolección interna consiste en trasladar los desechos en forma segura desde las fuentes de generación hasta el lugar destinado para su almacenamiento temporal.

⁵⁰ Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador. Art. 29.

⁵¹ Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador. Art. 28.

⁵² Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador. Art. 24.

Definiciones:

“Almacenamiento primario. Es el que se efectúa en el lugar de origen, y representa la primera etapa de un proceso secuencial de operaciones.

Almacenamiento secundario. Es aquel que se lo realiza en pequeños centros de acopio temporales, distribuidos estratégicamente en los pisos o unidades de servicio.

Almacenamiento terciario. Es el acopio de todos los desechos de la institución, que permanecerán temporalmente en un lugar accesible sólo para el personal de los servicios de salud, hasta que sean transportados por el carro recolector del Municipio”.⁵³

Objetivos:

- Realizar una recolección de los desechos especiales peligrosos adecuada al peligro y riesgo que trae consigo.
- Evitar contaminación al personal encargado o pacientes del establecimiento médico.

Responsables:

El encargado del cumplimiento de esta actividad será el personal de limpieza.

Materiales:

- Bolsas de basura plásticas rojas con un “*espesor de más de 35 micrómetros (0.035 mm) para volúmenes de 30 litros; 60 micrómetros para los de mayor tamaño y en casos especiales se usarán los de 120 micrómetros*”.⁵⁴ Comprobar que no tenga orificios por donde pueda salir aire
- Etiquetas adhesivas grandes
- Marcador permanente negro

⁵³ Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador. Art. 20.

⁵⁴ Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador. Art. 26.

- Equipo de seguridad utilizado para la recolección de desechos (guantes de caucho, mascarilla, delantal impermeable).

Procedimiento:

1. Colocarse el equipo de seguridad personal.
2. Rotular las bolsas de basura de color rojo con el siguiente texto “CUIDADO DESECHO TÓXICO: MERCURIO LÍQUIDO”, utilizar una etiqueta adhesiva para este fin.
3. Depositar con extremo cuidado los desechos que contienen el recipiente con mercurio en la bolsa plástica, previamente rotulada.
4. Cerrar y sellar la funda roja.
5. Transportar la funda a la bodega de almacenamiento temporal de desechos
6. Sacarse el equipo de seguridad para que sea descartado en el caso de haber contaminación o ser lavado en caso contrario.

Precauciones:

Para la recolección interna, los operadores deben tener presentes algunos cuidados:

- Deben hacerlo con ropa de trabajo adecuada, usar delantal impermeable, guantes industriales con protección, y lavarse las manos al finalizar el procedimiento.
- Deben comprobar que las bolsas plásticas desechables están adecuadamente cerradas. Transportará la carga por las rutas establecidas.
- Evitar el arrastrar bolsas por el suelo, así como sostener, apoyar o presionar los mismos sobre el cuerpo.
- Es recomendable que la recolección sea realizada en horarios en los que haya la menor afluencia posible de pacientes y de personal.
- Se elaborarán un programa de recolección y transporte que incluya rutas, frecuencias y horarios para evitar interferencias con el transporte de alimentos y materiales y con el resto de actividades de los servicios de salud.

Para el almacenamiento es necesario considerar que:

- Debe realizarse en lugares cercanos a los puntos de generación. Se llama almacenamiento primario al que se realiza inmediatamente después de la segregación, en recipientes que se encuentran en consultorios y espacios contiguos a la práctica de salud.
- Seleccionar un ambiente apropiado donde se centralizará el acopio de los desechos a la espera de ser transportados al lugar de tratamiento, reciclaje o disposición final.
- Debe estar claramente especificado el tamaño de bolsa y recipiente necesario en cada área y esto debe ser respetado en el momento de hacer la recolección, el cambio de bolsas y la limpieza.
- Los residuos no deben permanecer más de 24 horas en el almacenamiento temporal, para lo cual debe asegurarse el retiro, cerrado y rotulado de las bolsas. Si la producción de residuos es mayor, deberá aumentarse la frecuencia del retiro y el personal que efectúa esa tarea debe tener disposición para asistir al servicio o al lugar donde, eventualmente, se haya generado un volumen de residuos que amerite su retiro antes de lo pautado.
- El ambiente designado debe ser utilizado solamente para el almacenamiento temporal de los desechos de establecimientos de salud, y por ningún motivo se deben almacenar otros materiales. Asimismo, debe estar ubicado preferentemente en zonas alejadas de las salas de hospitalización del establecimiento de salud y contar con facilidades para el acceso del vehículo de transporte que realizará la operación de carga y evacuación.
- La comunidad hospitalaria en general, y principalmente el personal a cargo del manejo del sistema de limpieza, debe capacitarse para enfrentar la emergencia y tomar a tiempo las medidas previstas acorde al plan específico.
- El establecimiento de salud deberá llevar un libro de registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos en su área de almacenamiento temporal, en donde se harán constar la fecha de los movimientos, su origen, cantidad y destino.

Las locaciones dispuestas para el almacenamiento temporal de los desechos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser seguros, resguardando los residuos de factores climáticos y de la presencia de terceros.
- Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos
- Ser accesibles para el transporte interno y para la recolección externa.
- Las paredes y techos deben ser lisos, así como los pisos, que deben permitir el escurrimiento hacia rejillas.
- Deben estar debidamente identificados como local de acopio de residuos y ser de uso exclusivo para este fin debe permanecer siempre visiblemente limpio y ser higienizado luego de cada recolección o de acuerdo a necesidad.
- Debe tener sectores claramente diferenciados para el almacenamiento de distintos residuos peligrosos.

Para el transporte se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No deben usarse ductos internos para la evacuación de desechos o material contaminado. En caso de existir, deben clausurarse, ya que a través de ellos se pueden diseminar gérmenes patógenos o sustancias tóxicas.
- Los empleados que transportan los desechos deben comprobar que las fundas desechables están adecuadamente cerradas. Transportará la carga por las rutas establecidas y utilizarán el equipo de protección personal.
- El personal de limpieza será responsable de mantener los carros transportadores en buenas condiciones y efectuarán la limpieza y desinfección de los mismos.

6.1.5 Capacitación al Personal del Establecimiento de Salud.

Objetivos:

- Prevenir accidentes por desconocimiento o descuido.

- Estar preparados en casos de emergencias.
- Todo el personal tenga conciencia de los daños y riesgos que producen los desechos peligrosos.

Responsables:

Esta actividad será realizada por personal capacitado, sea por la misma institución médica o por terceros de entidades públicas, en manejo de desechos especiales químicamente peligrosos.

Todo el personal que genere, maneje o disponga desechos de establecimientos de salud debe estar entrenado para saber:

- Cómo prevenir la generación de los mismos,
- Cómo separarlos adecuadamente,
- Los beneficios que trae la correcta segregación al establecimiento y a los individuos que en él trabajan o se atienden y los perjuicios de una separación inadecuada.
- Todo el personal que manipule desechos peligrosos debe estar correctamente protegido del peligro que este desecho posee, y estar provisto con el equipo protector adecuado para el desarrollo de su tarea.

6.1.6 Plan de Manejo para la Limpieza de Derrames de Mercurio

Materiales:

- Equipo de protección personal (que pueda ser descartado en el caso de haber contaminación).
- Bolsas herméticas (tipo *ziplock*).

- Bolsas de basura rojas, con un “espesor de más de 35 micrómetros (0.035 mm) para volúmenes de 30 litros; 60 micrómetros para los de mayor tamaño y en casos especiales se usarán los de 120 micrómetros”.⁵⁵
- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los que se emplean en los rollos de fotos de 35 mm.
- Guantes de látex o goma.
- Toallas de papel.
- Tiras de cartón o papel.
- Gotero o jeringa (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Linterna

Responsable:

El personal encargado de esta actividad serán las licenciadas enfermeras jefas del área.

Procedimiento:

En el caso de haber derrames de pequeñas cantidades de mercurio sea por una ruptura de termómetros o tensiómetros se deberá realizar lo siguiente:

1. Se debe utilizar equipo de protección adecuado (guantes de goma o látex, mandil). Evitar el uso de alhajas en las manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con estos.
2. Aislar el lugar donde se realiza la limpieza, en el caso de haber un sistema de ventilación interior se la debe apagar para evitar dispersión de vapores.
3. En el caso de haber restos de vidrio u objetos cortantes, recogerlos con cuidado. Colocarlos sobre una toalla de papel, doblarla e introducirla en una bolsa hermética (tipo ziplock), cerrar la bolsa y rotular “DESECHO PELIGROSO, OBJETOS CORTANTES CON MERCURIO”.

⁵⁵ Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador. Art. 26.

4. Localizar las gotas de mercurio, utilizar tiras de cartón o papel para recoger las “bolitas” de mercurio, realizar movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable. Tomar una linterna y sostenerla en un ángulo lo más cercano al piso en el cuarto oscurecido y buscar el brillo de las gotas de mercurio que puedan haber quedado pegadas en la superficie o en las pequeñas hendiduras. (el mercurio puede recorrer distancias sorprendentes en superficies duras y lisas, por lo que hay que asegurarse de inspeccionar todo el cuarto cuando se esté realizando esta tarea).
5. Utilizar un gotero o jeringa para recolectar o aspirar las gotas de mercurio, transferir el mercurio lenta y cuidadosamente a un recipiente de plástico irrompible con tapa (evitar usar vidrio, porque en el caso de deslizamientos o movimientos bruscos al caer sufriría ruptura). Colocar el recipiente en una bolsa hermética (tipo *ziplock*) y por último rotular la bolsa “DESECHO PELIGROSO, MERCURIO LÍQUIDO”.
6. Luego de haber recogido las gotas más grandes, utilizar cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Colocar la cinta adhesiva en una bolsa hermética y cerrarla, rotular la bolsa “DESECHO PELIGROSO, CINTA ADHESIVA CON MERCURIO”.
7. PASO OPTATIVO, utilizar azufre en polvo, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. Este hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que puede haber un cambio de color del amarillo al marrón, de manera que su remoción es más sencilla y suprime los vapores del mercurio. (Cuando se utilice azufre en polvo, evitar el respirar cerca del polvo ya que puede resultar moderadamente tóxico. Además, antes de emplearlo, se debe leer y comprender toda la información acerca del manejo del producto).
8. Colocar todos los materiales utilizados en la limpieza, incluidos los guantes, en una bolsa de basura. Coloque todas las gotas de mercurio y objetos desechados en la bolsa. Cerrarla y rotularla “DESECHOS PELIGROSOS, DESECHOS CON MERCURIO”.

9. Comunicar al personal encargado de limpieza del establecimiento médico para ser movilizados correctamente a la bodega de almacenamiento de desechos.
10. Mantener el área de derrame con una buena ventilación de aire exterior (ventanas abiertas y ventiladores funcionando) por lo menos las 24 horas posteriores a la limpieza del derrame.

NOTA:

- Nunca tirar el termómetro de mercurio en la bolsa de desechos infecciosos. Debe ser limpiado adecuadamente y dispuesto como desecho químico peligroso en los recipientes acordes, de la manera explicada anteriormente.
- El rotulado, tanto de las bolsas como de los recipientes, debe hacerse mediante la escritura de la bolsa con marcador indeleble, antes de que sea colocada en el recipiente o bien puede utilizarse etiquetas adhesivas que se peguen en la bolsa plástica. La identificación será con marcas de tipo indeleble, legible y de un material resistente a la intemperie.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES

- En el Área de Salud N° 14 se encontró instrumentales como termómetros, tensiómetros, cápsulas de amalgamas y materiales como lámparas fluorescentes con contenido de mercurio en un total de 118 termómetros, 30 tensiómetros, 295 cápsulas de amalgamas dentales y 460 lámparas fluorescentes.
- Se determinó una cantidad máxima y mínima de mercurio contenido en termómetros, tensiómetros, amalgamas dentales y lámparas fluorescentes encontrados en el Área de Salud N° 14 para cubrir el intervalo de gramos por instrumental más amplio posible. La cantidad máxima total de mercurio en los termómetros es de 177 g con una cantidad mínima total de 59 g, para los tensiómetros la cantidad máxima total de mercurio es de 2550 g mientras que la cantidad mínima total es de 1500 g, en el caso de las amalgamas dentales la cantidad máxima total de mercurio es de 59 g y una cantidad mínima total de 14.75 g, y por último una cantidad máxima total de mercurio en lámparas fluorescentes de 6900 g y una cantidad mínima total de 2300 g.
- La cantidad máxima total encontrada en el Área es de 9686 gramos y una cantidad mínima total de 3873.75 gramos lo que lleva a un promedio de 6779.88 gramos de mercurio.
- El material con mayor porcentaje en contenido de mercurio son las lámparas fluorescentes, con valores de 71% en el contenido máximo de mercurio y con 59% en el contenido mínimo de mercurio, seguidas por los tensiómetros, con 39% y 26%, respectivamente y en bajos niveles los termómetros con un 2% para ambos casos, contenido mínimo y máximo de mercurio, y las amalgamas dentales con un 0% y 1% respectivamente.

- La cantidad total de mercurio encontrada en el Área es alta considerando que se trata únicamente de una Área de Salud de las 24 encontradas en la provincia de Pichincha, siendo una fuente potencial de contaminación para el personal que labora en la institución médica, así como para los pacientes atendidos a diario en dichas instituciones.
- En el Área de Salud N° 14 no existe un plan de manejo para los desechos que contienen mercurio, siendo una fuente de contaminación, principalmente, a aguas residuales y a los desechos generales.
- El plan de manejo de residuos especiales peligrosos propuesto, alcanza únicamente el almacenamiento temporal en la institución, el tratamiento y disposición final lo determina la entidad de aseo, debido a que la implementación de un tratamiento por parte de los subcentros de salud representa un costo que no se lo puede solventar; priorizando otras necesidades a su presupuesto económico.
- La sustitución de productos y procesos que contienen o emplean mercurio por productos y procesos que no utilizan este metal podría ser una de las medidas de prevención más eficaces para modificar el flujo completo del mercurio a través de la economía y del medio ambiente.
- Una correcta valoración de los riesgos e impactos y difusión de los mismos permitirá mejorar el manejo de los desechos de estos establecimientos y la planificación de medidas preventivas adecuadas que reduzcan la cantidad de desechos generados.
- Los derrames accidentales de mercurio en hospitales, clínicas y laboratorios exponen a los médicos, enfermeros y pacientes a este metal, ya que el mercurio elemental líquido (a temperatura ambiente) se puede transformar en gas en cantidades significativas, exponiendo a los trabajadores o pacientes del lugar a niveles potencialmente altos del metal.

7.2 RECOMENDACIONES

- El inventario de los instrumentales y equipamientos con contenido de mercurio debe ser actualizado anualmente para poder monitorear el incremento o disminución de los mismos así como la cantidad de mercurio presente en el Área de Salud.
- La implementación del plan de manejo debe ser inmediata ya que en el Área de Salud N° 14 la manipulación actual, tanto de los instrumentales como de los desechos, es inapropiada.
- Los procedimientos para cada fase deben ser cumplidos como se encuentran descritos ya que están diseñados de una manera ambientalmente segura, en función de la protección de la salud de los trabajadores como de los pacientes.
- Los responsables designados para el cumplimiento de cada actividad deberán presentar registros impresos y llenados conforme se realice la actividad.
- El lugar dispuesto para el almacenamiento temporal de los residuos contaminados con mercurio debe cumplir con las condiciones sugeridas debido a las características físico químicas que presentan estos desechos.
- La falta de capacitación del personal y la falta de presupuesto económico la mayoría de las veces impide el desarrollo de las instituciones médicas para un mejor futuro tanto de la salud pública como la del ambiente, por lo que es importante una continua capacitación al personal que trabaja en todas las áreas de los subcentros de salud y del hospital Yaruquí, esto hará que se involucren y se comprometan a manejar adecuadamente el instrumental y material con contenido de mercurio y los desechos generados a partir de ellos, puesto que al estar consientes de los daños que trae consigo este metal estaría viéndose afectada su propia salud.
- Una buena separación de desechos generados en las instituciones de la salud podría facilitar en gran medida el trabajo del Municipio Metropolitano de Quito al momento de aplicar tratamientos adecuados a cada tipo de desecho.
- Es importante que el Municipio Metropolitano de Quito se preocupe por la disposición final adecuada de estos desechos especiales peligros y que el tratamiento que se le dé sea diferenciado del resto de residuos ya que no todos los

tratamientos aplicados a los residuos patógenos o comunes son los idóneos para los residuos especiales debido a las características físico químicas que estos presentan.

- A su vez es importante que el gobierno proporcione mayor presupuesto económico a las instituciones públicas para que sean ellas las que implementen sistemas de tratamiento a sus desechos.
- Es importante que el Municipio Metropolitano de Quito, el Ministerio de Ambiente y la Dirección Metropolitana del Ambiente realicen campañas para concientizar al personal de las instituciones de la salud para un mejor manejo tanto del instrumental con contenido de mercurio como de los desechos generados.
- Es importante empezar por la implementación de políticas enfocadas en la disminución del uso y consumo de instrumental con contenido de mercurio en cada institución de la salud y con el tiempo generar nuevas leyes, medidas o prohibiciones a nivel nacional del uso de dicho instrumental, y poco a poco ir sustituyendo dichos aparatos por alternativas que en función del análisis costo beneficio son igual de efectivas o mejores.
- Es importante que se realicen investigaciones para determinar tratamientos ambientalmente seguros y adecuados para los desechos especiales peligrosos, ya que se requiere de un análisis más extenso en el que se abarquen costos, beneficios y factibilidad de aplicarse en el país.

CAPITULO VIII

8.1 BIBLIOGRAFIA

- Américo Julio Peña Peña y Elvin Peña Flamberg. TUBOS FLUORESCENTES, PILAS Y EL MEDIO AMBIENTE. Última actualización 13 Mayo 1999. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/resisoli/tubos/tubos.html>.
- Andrade María Cristina. EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y PLAN DE GESTIÓN DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO DEL HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ. Tesis de Grado inédita. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Internacional SEK. Quito. 2008.
- Argentina: PROHÍBEN EL USO DE TERMÓMETROS CON MERCURIO. Global Healthcare Waste Project. Última actualización 24 Febrero, 2009. Disponible en: <http://www.gefmedwaste.org/article.php?id=120>
- Clair N, Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin. QUIMICA PARA INGENIERIA AMBIENTAL. Cuarta edición, Mc Graw. Colombia. 2001. Pág. 688
- Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, Registro Oficial Suplemento No 418 del 10 de septiembre del 2004.
- Colin, Baird, QUIMICA AMBIENTAL. Reverte S.A. España. 2001. pág. 396 – 406.
- Connett Paul. INCINERACIÓN DE DESECHOS MÉDICOS. Última actualización abril 1997. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1220>
- Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial N° 449 del 20 de Octubre del 2008.

- DOCUMENTO DE POLÍTICA GENERAL. El Mercurio en el Sector de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 2005. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1170>
- ELIMINATING MERCURY IN HOSPITALS. Environmental Best Practices for Health Care Facilities. Última actualización Noviembre 2002. Disponible en: <http://www.ciwmb.ca.gov/wpie/HealthCare/EPAHgInHosp.pdf>
- INFORME RESIDUOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES, Agosto 2002. Disponible en: www.sma.df.gob.mx/rsolidos/06/lamparas.pdf
- Keith L. Moore, T. V. N. Persaud, Concepcion Martinez Alvarez. EMBRIOLOGIA CLINICA. Séptima Edicion. Elsevier. España. 2004
- LIMPIEZA DE PEQUEÑOS DERRAMES DE MERCURIO. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1252>
- MERCURIO EN ASCENSO: REDUCIENDO LAS EMISIONES GLOBALES POR LA QUEMA DE PRODUCTOS CON MERCURIO. Última actualización Agosto 2005. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=2146>
- MERCURIO. CONTAMINANTE AMBIENTAL. Universidad de Cartagena. Disponible en: <http://www.unicartagena.edu.co/Mercurio.htm>.
- Ministerio de Salud Pública. Registro Oficial No. 106. Enero, 1997. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, Inventario de Emisiones de Mercurio y Productos que contienen Mercurio: Una contribución a la Alianza Global de Mercurio, Quito, Mayo 12 de 2008.
- MOVIMIENTO MUNDIAL PARA EL CUIDADO DE LA SALUD LIBRE DE MERCURIO. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1783>
- NON – INCINERATION MEDICAL WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES. Última actualización Agosto 2001. Disponible en:

http://www.noharm.org/library/docs/Non-Incineration_Medical_Waste_Treatment_Techn.pdf.

- Olivero Jesús y Johnson Boris, EL LADO GRIS DE LA MINERIA DEL ORO: La Contaminación con Mercurio en el Norte de Colombia, Universidad de Cartagena. 2002. Disponible en: http://reactivos.com/LIBRO_MERCURIO_-_Olivero-Johnson-Colombia.pdf.
- Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito, Sustitutiva del Título V "Del Medio Ambiente", Libro Segundo del Código Municipal, Registro Oficial Edición Especial No 4 del 10 de Septiembre del 2007.
- Organización Mundial de la Salud, Documento de política general: EL MERCURIO EN EL SECTOR DE LA SALUD, disponible en: <http://www.gefmedwaste.org/article.php?list=type&type=66>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio, Suiza, Noviembre de 2005, Disponible en: <http://www.chem.unep.ch/MERCURY/Toolkit/UNEP-final-pilot-draft-toolkit-SPANISH.pdf>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, Diciembre de 2002, Disponible en: [149.http://www.chem.unep.ch/MERCURY/GMA%20in%20F%20and%20S/finalassessment-report-Nov05-Spanish.pdf](http://www.chem.unep.ch/MERCURY/GMA%20in%20F%20and%20S/finalassessment-report-Nov05-Spanish.pdf).
- PROYECTO GLOBAL DE RESIDUOS SANITARIOS. Global Healthcare Waste Project. Disponible en: <http://www.gefmedwaste.org/article.php?list=type&type=64>.
- PROYECTO INTERNACIONAL DE ELIMINACIÓN DE LOS COP. Argentina, Mayo 2005. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1217>.
- Residuos Hospitalarios. GUÍA PARA REDUCIR SU IMPACTO SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE. Octubre 2007. Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1856>.

- Ronald J. Gillespie, Aurelio Beltrán, David A. Humphreys, N. Colin Baird, Edward A. Robinson. QUÍMICA. Reverte. 1988.
- S. Mendioroz. MERCURIO. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC. Madrid
- SPANISH.pdf.
- Stanley E. Manahan. INTRODUCCION A LA QUIMICA AMBIENTAL. Reverte S. A. México. 2007. Pag. 150-152.
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI de la Calidad Ambiental, Registro Oficial Edición Especial N° 2 del 31 de marzo de 2003.
- Thomas G. Spiro William M. Stigliani. QUIMICA MEDIO AMBIENTAL. Segunda Edición. Pearson Prientice Hall. Madrid. 2004. Pág. 336, 441-447.
- Xavier Domènech, José Peral, QUÍMICA AMBIENTAL DE SISTEMAS TERRESTRES. Reverte. 2006