

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**Facultad de Ciencias Ambientales**

**Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental**

**EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y PLAN DE GESTIÓN DE LOS EQUIPOS E  
INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO DEL HOSPITAL PABLO  
ARTURO SUAREZ**

Autor:

**MARÍA CRISTINA ANDRADE SILVA**

Director de Tesis:

Ing. Katty Coral

Quito-Ecuador

2008

## **Dedicatoria**

A mi mami y hermanitas.

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios que me ha bendecido en todo momento, cuidándome y guiando mi camino.

A mi madre que con sus consejos, su gran amor y bondad siempre me ha ayudado a ser alguien en la vida, lo más importante que ella me enseñó es a luchar por lo que quiero y a nunca rendirme, no importa lo difícil que sea el camino que tenga que recorrer para alcanzar mi meta. Gracias mami por esforzarte tanto para darme todo lo que me has dado.

A mis hermanas por ser mi motivación principal de superación, ustedes son la razón de que esté donde estoy.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A Ricardo por su amor, amistad, comprensión y por toda la ayuda que me ha brindado.

A mis amigos por siempre estar a mi lado.

A mis profesores que desinteresadamente depositaron en mi todo su conocimiento y sabiduría.

Y finalmente a la vida por darme tantas buenas oportunidades.

**Resumen:**

El mercurio es un metal tóxico y peligroso debido a sus características físico-químicas, las mismas que le dan propiedades extraordinarias para ser utilizado como componente principal de varios productos y procesos.

El Hospital Pablo Arturo Suárez utiliza productos que contienen mercurio, motivo por el cual se quiso elaborar un inventario detallado de los equipos e instrumentales que contienen mercurio y un plan de gestión para los mismos, aplicable durante su uso y manejo de sus desechos dentro del hospital.

El inventario levantado permitió identificar que los instrumentales que contienen mercurio son los termómetros y tensiómetros, y al cuantificar la cantidad de metal contenido en los mismos, se obtuvieron resultados altos considerando que pequeñas cantidades de mercurio pueden producir efectos contraproducentes en la salud y el ambiente.

Al no existir en el hospital un plan de gestión aplicable para los instrumentales identificados en el inventario, se elaboró uno que contiene medidas de control y reducción de la contaminación en actividades que implican el uso de los instrumentales, así como en el manejo del mercurio y de los desechos que lo contienen.

La implementación en el hospital del plan de gestión descrito ayudará al manejo adecuado de los desechos que contienen mercurio y a que el hospital cumpla con la responsabilidad social de no disponerlos inadecuadamente como se lo esta haciendo en la actualidad.

## **Abstract**

Mercury is a toxic and dangerous metal due to its physical and chemical characteristics, same characteristics that gives this metal extraordinary properties to be used as the main component of various products and procedures.

Pablo Arturo Suárez Hospital uses mercury based products, and for that reason it was necessary to elaborate a detailed inventory of the equipment and supplies witch contain mercury and a management plan applied during their use and waste handling in the hospital.

The inventory pointed out that thermometers and tensiometers are medical instruments that contain mercury, and by quantifying the amount of metal in them, the values obtained were high considering that small quantities of mercury can produce counter effects in health and to the environment.

Because there is no management plan for the identified instruments in the inventory, a plan was designed that contains control and contamination reduction measures in the activities that imply the use of these instruments, as for mercury management and waste handling that contain these toxic metal.

The introduction of the management plan in the hospital will help handling the mercury containing waists in a proper manner, and will allow the hospital to comply with the social responsibility to not dispose these sort of instruments inadequately, reality that is currently happening.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:.....	2
JUSTIFICACIÓN:.....	2
HIPÓTESIS:.....	3
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEORICO .....	4
1.1    CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MERCURIO .....	4
1.1.1    Especiación del Mercurio.....	4
1.1.2    Mercurio elemental .....	5
1.1.3    Compuestos inorgánicos de mercurio .....	6
1.1.4    Compuestos orgánicos de mercurio .....	7
1.2    USO DEL MERCURIO .....	8
1.2.1    Historia.....	8
1.2.2    En la actualidad .....	10
1.3    FUENTES DE LIBERACIONES ANTROPÓGENAS DE MERCURIO.....	15
1.4    TOXICIDAD DEL MERCURIO .....	17
1.4.1    Metilmercurio.....	19
1.4.2    Mercurio Elemental.....	22
1.4.3    Mercurio inorgánico.....	24
1.5    EL MERCURIO EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD .....	25
CAPÍTULO II .....	30
MARCO LEGAL .....	30
2.1    Constitución Política de la República del Ecuador. ....	30
2.2    Codificación de la Ley de Gestión Ambiental.....	30

2.3	Ley Orgánica de Salud.....	31
2.4	Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	31
2.5	Reglamento General de Seguro de Riesgos del Trabajo .....	35
2.6	Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales.....	36
2.7	Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito, Sustitutiva del Título V "Del Medio Ambiente", Libro Segundo del Código Municipal.....	36
2.8	Normas INEN.....	37
CAPÍTULO III.....		38
METODOLOGIA .....		38
3.1	DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL PABLO ARTURO SUÁREZ.....	38
3.2	ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO DENTRO DEL HOSPITAL .....	41
3.3	ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN PARA LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO .....	42
CAPÍTULO IV.....		43
RESULTADOS.....		43
4.1	INVENTARIO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO DENTRO DEL HOSPITAL .....	43
4.1.1	Establecimiento de las áreas del hospital .....	43
4.1.2	Identificación de los equipos e instrumentales que contienen mercurio y de las áreas en que se localizan .....	44
4.1.3	Elaboración del inventario de los instrumentales que contienen mercurio .....	45
4.1.3.1	Termómetros con Mercurio.....	46
4.1.3.1.1	Liberaciones de mercurio durante el uso de termómetros.....	47
4.1.3.1.2	Factor por defecto de entrada de mercurio.....	48
4.1.3.1.3	Factores por defecto de la distribución de salida de mercurio .....	53
4.1.3.1.4	Cuantificación de la liberación de mercurio a los diferentes medios receptores para la etapa de uso de los termómetros .....	54
4.1.3.2	Tensiómetros con mercurio.....	56

4.1.3.2.1	Liberaciones de mercurio durante el uso de tensiómetros .....	57
4.1.3.2.2	Contenido de mercurio en los tensiómetros .....	58
4.1.3.3	Cantidad total de mercurio presente en el hospital Pablo Arturo Suárez.....	63
4.2	PLAN DE GESTIÓN PARA LOS INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO EN EL HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ .....	64
4.2.1	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN EL HOSPITAL .....	64
4.2.1.1	Riesgos a la salud .....	66
4.2.1.2	Riesgos al ambiente.....	67
4.2.2	Objetivos: .....	67
4.2.3	USO ADECUADO DE LOS INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO.....	68
4.2.3.1	Termómetros .....	68
4.2.3.2	Tensiómetros .....	70
4.2.4	MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO	71
4.2.4.1	Mercurio Líquido .....	72
4.2.4.2	Termómetros rotos .....	78
4.2.4.3	Termómetros despostillados o resquebrajados.....	83
4.2.4.4	Tensiómetros con la caja plástica que protege el tubo de vidrio que contiene al mercurio, rota .....	88
4.2.4.5	Tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio, resquebrajado o despostillado.....	90
4.2.4.6	Tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto.....	93
4.2.4.7	Almacenamiento en la bodega de Inventario .....	96
4.2.4.7.1	Condiciones que debe cumplir la bodega de Inventario .....	96
4.2.4.7.2	Almacenamiento de los tensiómetros con la caja plástica rota en el sector designado para este fin en la bodega de inventario.....	97
4.2.4.8	Almacenamiento en la bodega de desechos .....	99

4.2.4.8.1	Condiciones que debe cumplir la bodega de almacenamiento de desechos peligrosos y desechos especiales (desechos químicos peligrosos y desechos farmacéuticos).....	100
4.2.4.8.2	Sector de almacenamiento de desechos peligrosos .....	103
4.2.4.8.3	Almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos .....	106
4.2.4.8.4	Almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto .....	109
4.2.4.8.5	Sector de almacenamiento de desechos especiales .....	111
4.2.4.8.6	Almacenamiento del mercurio líquido .....	115
4.2.4.9	Disposición Final de los desechos peligrosos y especiales que contienen Mercurio .....	118
4.2.4.9.1	Termómetros Rotos (desechos peligrosos) .....	118
4.2.4.9.2	Mercurio Líquido, Termómetros Despostillados y Resquebrajados y Tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto (desecho especial y desechos peligrosos) .....	119
4.3	DESCRIPCIÓN DE RIESGOS QUE PUEDEN PRODUCIRSE DURANTE EL USO DE LOS INSTRUMENTALES Y EL MANEJO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO .....	124
4.3.1	Riesgo de derrame y fuga de mercurio durante el uso de los instrumentales ....	126
4.3.2	Riesgos de incendio y explosión durante el manejo de desechos .....	127
4.4	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS ..	128
4.5	PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN.....	138
CAPÍTULO V .....		143
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		143
5.1	CONCLUSIONES.....	143
5.2	RECOMENDACIONES .....	145
BIBLIOGRAFÍA.....		148

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aplicaciones del mercurio e indicaciones de su uso actual .....	11
Tabla 2 Información sobre medidas nacionales, tanto reglamentarias como voluntarias, destinadas a eliminar o restringir los usos del mercurio .....	14
Tabla 3 Productos que contienen mercurio utilizados en los establecimientos de salud .....	26
Tabla 4 Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los termómetros con mercurio .....	46
Tabla 5 Factor preliminar de entrada por defecto de mercurio en los termómetros médicos ..	48
Tabla 6 Información de los termómetros encontrados en las diferentes áreas de Hospitalización.....	50
Tabla 7 Información de los termómetros encontrados en las diferentes áreas de Atención - Consulta Externa .....	51
Tabla 8 Cantidad total máxima y mínima de mercurio contenido en los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez .....	52
Tabla 9 Factores preliminares de distribución por defecto de la salida de mercurio a partir del uso de termómetros .....	53
Tabla 10 Liberaciones según la cantidad mínima total de mercurio que contienen los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez .....	54
Tabla 11 Liberaciones según la cantidad máxima total de mercurio que contienen los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez .....	55
Tabla 12 Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los tensiómetros con contenido de mercurio.....	56
Tabla 13 Información de los tensiómetros encontrados en las diferentes áreas de Hospitalización .....	59
Tabla 14 Información de los tensiómetros encontrados en las diferentes áreas de Atención - Consulta Externa .....	60
Tabla 15 Información de los tensiómetros encontrados en el área de Inventario .....	61
Tabla 16 Cantidad total máxima y mínima de mercurio contenido en los tensiómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez .....	62
Tabla 17 Cantidades totales máximas y mínimas de mercurio encontradas en el hospital Pablo Arturo Suárez .....	63

Tabla 18 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Utilización y Almacenamiento de Termómetros .....	70
Tabla 19 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Utilización y Almacenamiento de Tensiómetros .....	71
Tabla 20 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Envasado del Mercurio Líquido .....	76
Tabla 21 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Recolección del Mercurio Líquido .....	78
Tabla 22 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección del Mercurio Líquido.....	78
Tabla 23 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Envasado de Termómetros Rotos .....	81
Tabla 24 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Recolección de Termómetros Rotos.....	83
Tabla 25 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de Termómetros Rotos .....	83
Tabla 26 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Envasado de Termómetros Resquebrajados y Despostillados.....	86
Tabla 27 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Recolección de Termómetros Resquebrajados y Despostillados .....	87
Tabla 28 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de Termómetros Resquebrajados y Despostillados.....	88
Tabla 29 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de los Tensiómetros con la Caja Plástica Rota.....	90
Tabla 30 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de los Tensiómetros con el Tubo de Vidrio Resquebrajado o Despostillado.....	93
Tabla 31 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de los Tensiómetros con el Tubo de Vidrio Roto .....	96
Tabla 32 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento de Tensiómetros con la Caja Plástica Rota, en la Bodega de Inventario .....	99
Tabla 33 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Instalación de la Bodega de Almacenamiento de Desechos .....	103

Tabla 34 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Adecuación del Sector de Almacenamiento de Desechos Peligrosos en la Bodega de Desechos.....	105
Tabla 35 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento de Termómetros Despostillados, Resquebrajados y Rotos en el Sector de Desechos Peligrosos .....	108
Tabla 36 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento de Tensiómetros con el Tubo de Vidrio Despostillado, Resquebrajado y Roto en el Sector de Desechos Peligrosos en la Bodega de Desechos.....	111
Tabla 37 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Adecuación del Sector de Almacenamiento de Desechos Especiales en la Bodega de Desecho .....	114
Tabla 38 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento del Mercurio Líquido en el Sector de Desechos Especiales en la Bodega de Desechos	118
Tabla 39 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Entrega de Desechos Peligrosos y Especiales al Gestor Ambiental Calificado .....	124
Tabla 40 Riesgos que pueden producirse durante el Uso de los Instrumentales y el Manejo de los Desechos que contienen Mercurio.....	125
Tabla 41 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Capacitación sobre las Acciones de Emergencia en el Caso de una Contingencia con Mercurio.....	128
Tabla 42 Cronograma de ejecución de las actividades propuestas .....	130
Tabla 43 Presupuesto de Construcción de la Bodega de Almacenamiento de Desechos .....	139
Tabla 44 Presupuesto de Compra de Materiales necesarios para Iniciar el Cumplimiento de los Procedimientos de Uso adecuado de los Instrumentales y Manejo correcto de los Desechos que contienen Mercurio .....	141
Tabla 45 Costo total aproximado de implementación del Plan de Gestión .....	142

## INTRODUCCIÓN

El mercurio es un elemento altamente tóxico que se encuentra naturalmente en el aire, el agua y el suelo. Existe en varias formas: mercurio elemental o metálico, compuestos inorgánicos de mercurio y compuestos orgánicos de mercurio.

Las actividades antropogénicas de una sociedad en vías de desarrollo han ocasionado que los niveles de mercurio aumenten considerablemente en el ambiente desde la era industrial, debido a una inadecuada utilización del mismo y un incorrecto manejo de los desechos que lo contienen, causando que el mercurio se encuentre disperso en agua, suelo, aire, sedimentos y biota, representando un alto riesgo para la salud humana y el ambiente, ya que es considerado un elemento tóxico y peligroso debido a sus características físico-químicas.

Dentro de las actividades humanas que generan contaminación por mercurio se encuentra al sector del cuidado de la salud, ya que en este se utiliza instrumental como termómetros, tubos de nutrición, tensiómetros y dilatadores gastrointestinales; equipos de medición como manómetros, limpiadores, y compuestos químicos usados en laboratorio, que contienen mercurio como uno de sus componentes principales.

En Ecuador, los establecimientos de salud como hospitales, clínicas, dispensarios médicos, centros de salud, entre otros, no cuentan con un reglamento específico donde se describan procedimientos detallados para manejo de desechos que contengan mercurio.

Un inventario es de vital importancia ya que permite identificar las fuentes de contaminación de mercurio para, de ser posible, cuantificar la cantidad del metal presente, lo que permitirá definir la cantidad que se manipula y que podría generarse como desecho peligroso, además puede servir como información base para monitorear el incremento o disminución de dichas fuentes.

En un plan de gestión se elaboran medidas de control y reducción de la contaminación en actividades que impliquen el uso y manejo de desechos, de los productos que contienen mercurio, así como, también, la manera de actuar en el caso de una contingencia, de manera que se garantice un manejo ambientalmente seguro de estos.

El motivo del presente estudio es realizar un inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio en el hospital Pablo Arturo Suárez, ubicado en Quito, y elaborar un plan de gestión de los mismos aplicable durante el uso de los instrumentales y el manejo de los desechos, así como en las actuaciones en caso de contingencia.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Elaborar un inventario y un plan de gestión de los equipos e instrumentales que contienen mercurio que se encuentran en las diferentes áreas del Hospital Pablo Arturo Suárez.

### **Objetivos Específicos:**

- a) Elaborar un inventario detallado de los equipos e instrumentales que contengan mercurio.
- b) Cuantificar el mercurio presente en las fuentes identificadas
- c) Desarrollar un plan de gestión para los equipos e instrumentales que contienen mercurio aplicable durante su uso y manejo de sus desechos dentro del hospital, así como en caso de contingencias.

## **JUSTIFICACIÓN:**

La investigación propuesta busca la elaboración del primer inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio en el Hospital Pablo Arturo Suárez, que permitirá identificar las fuentes de contaminación con mercurio y de ser posible se cuantificará las cantidades del metal presente en los mismos, además servirá de información base para monitorear su incremento o disminución dentro del hospital.

El inventario servirá como información de partida para el desarrollo del plan de gestión para los equipos e instrumentales que contienen mercurio en el hospital, el mismo que permitirá establecer acciones y toma de decisiones sobre el manejo ambientalmente adecuado de los mismos.

**HIPÓTESIS:**

El inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio del Hospital Pablo Arturo Suárez permitirá tener una información base de la cantidad de estos productos, así como de su contenido del metal. En base a estos datos se desarrollará un plan de gestión que abarcarán medidas de control y reducción de la contaminación, aplicables durante el uso (utilización y almacenamiento) y manejo de desechos (recolección, envasado, etiquetado y almacenamiento) de estos productos dentro del hospital, así como en el caso de una contingencia.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEORICO

### 1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MERCURIO

El mercurio (Hg) es un metal pesado que se genera de manera natural en el ambiente en una gran variedad de formas como elemento constitutivo de la Tierra.

No es muy común encontrarlo en su forma pura, se combina con otros elementos y forma compuestos orgánicos e inorgánicos. Las propiedades químicas y físicas del mercurio dependen de la forma en la que se encuentre.

En relación a otros metales el mercurio es un mal conductor de calor pero puede conducir electricidad.

“Por tratarse de un elemento, el mercurio 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 muy peligroso para los seres humanos y el ambiente.”<sup>1</sup>

Cuando el mercurio es liberado de los minerales que lo contienen, como por ejemplo el cinabrio, y de los depósitos de combustibles fósiles, es emitido a la biosfera donde adquiere gran movilidad, puede circular entre la superficie terrestre y la atmósfera. Los suelos superficiales, el agua y los sedimentos de fondo se consideran los principales depósitos biosféricos de mercurio.

#### 1.1.1 Especiación del Mercurio

A las diferentes formas de mercurio existentes se las conoce como especies, las cuales son mercurio elemental, compuestos inorgánicos de mercurio y compuestos orgánicos de mercurio.

---

<sup>1</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 1

“La especiación es el término que se usa para representar la distribución de determinada cantidad de mercurio en las diferentes especies”<sup>2</sup>, es de vital importancia conocerla ya que esta incide en el transporte del mercurio dentro de cada factor medioambiental y la interacción entre uno y otro, como el aire con el agua por ejemplo

“La especiación desempeña un papel importante para establecer la exposición al mercurio que puede tener un organismo vivo, al igual que su toxicidad. 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
- 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 los niveles tróficos de la cadena alimenticia”<sup>3</sup>.

### **1.1.2 Mercurio elemental**

El mercurio elemental es aquel que se encuentra en su forma pura, es líquido, inodoro y presenta un color blanco plateado brillante, se lo conoce también como mercurio coloidal, hidrargirio, plata líquida o plata viva.

Se lo representa como  $Hg^0$  o  $Hg(0)$ , tiene una masa atómica de 200,59 g/mol, densidad de 13,55 g/cm<sup>3</sup> a 25 °C , punto de ebullición de 356,72 °C, punto de fusión de - 38,87°C convirtiéndose en una masa de color blanco estaño, cortable y maleable. Es la forma más volátil de mercurio, tiene una presión de vapor de 0,26 Pa a 20°C, es decir empieza a volatilizarse produciendo vapores tóxicos y corrosivos, invisibles e inodoros a temperatura ambiente. Los vapores formados tienen una densidad de 6,97 g/ cm<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 2

<sup>3</sup>Ibidem, p 3

Es insoluble en agua y ácido hidroclicóricu y soluble en lípidos, ácido nítrico, pentano y ácido sulfúricu casi en ebullición. Se alea fácilmente con muchos metales como el oro o la plata produciendo amalgamas, menos con el hierro. El mercurio puede enlazarse con otros compuestos como mercurio monovalente o divalente (representado como Hg(I) y Hg(II) o  $\text{Hg}^{2+}$ , respectivamente) y formar compuestos inorgánicos y orgánicos de mercurio.

### 1.1.3 Compuestos inorgánicos de mercurio

Los compuestos inorgánicos de mercurio, también llamados sales de mercurio, se forman al combinarse el mercurio elemental, formas catódicas de mercurio monovalente y divalente con elementos como el cloro, oxígeno o azufre. La mayoría de estos compuestos se los encuentra como polvo o cristales blancos.

Algunos de los compuestos inorgánicos de mercurio son:

- Cloruro mercúricu ( $\text{HgCl}_2$ ): también conocido como cloruro de mercurio (II), dicloruro de mercurio, bicloruro mercúricu, percloruro mercúricu, cloruro mercúricu corrosivo. Tienen una masa atómica de 271,52 g/mol, punto de fusión de 277 °C, punto de ebullición de 302 °C. Se lo encuentra como polvo, cristales rómbicos o granos, tiene una presión de vapor de 0,1 Pa a 136,2 °C, una solubilidad en agua de 28,6 g/l que se incrementa a 476 g/l cuando el agua alcanza su punto de ebullición, tiene una solubilidad en alcohol de 263 g/l
- Cloruro mercurioso ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ): también conocido como cloruro de mercurio (I), monocloruro de mercurio, calomelano, protocloruro de mercurio. Tiene una masa atómica de 472,09 g/mol, punto de fusión de 384 °C, punto de sublimación de 400 a 500°C sin derretirse. Se lo encuentra como polvo, cristales rómbicos y polvo cristalino, una solubilidad en agua de 2 mg/l a 25 °C, es insoluble en alcohol y éter.
- Sulfuro de mercurio ( $\text{HgS}$ ): tiene una masa atómica de 232,68 g/mol, se lo encuentra como un polvo amorfo pesado, cristales negros cúbicos, polvo negro, cristales rojos hexagonales, la transición de sulfuro de mercurio de rojo a negro ocurre a 386°C. El sulfuro de mercurio negro, también conocido como mercurio etíope, se sublima a 446°C, es insoluble en agua, alcohol y ácidos minerales diluidos; el sulfuro de mercurio rojo, también conocido como cinabrio o bermellón, se sublima a 583°C, es insoluble en agua pero se disuelve en agua regia (solución formada por la mezcla de

ácido nítrico y ácido clorhídrico concentrados en una proporción de una a tres) con la separación del sulfuro.

- Acetato mercurio (HgC<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>): también conocido como diacetato de mercurio, acetato de mercurio (II), diacetoximercurio, tiene una masa atómica de 318,70 g/mol, se lo encuentra como cristales o polvo cristalino blanco, tiene una solubilidad en agua de 250g/l a 10 °C y de 1000g/l a 100°C, también es soluble en alcohol y ácido acético.

#### 1.1.4 Compuestos orgánicos de mercurio

Los compuestos orgánicos se forman del enlace de formas catódicas de mercurio monovalente y divalente con compuestos orgánicos lineales, carbono y nitrógeno.

Algunos de los compuestos más conocidos son:

Acetaldehído tricloromercurio	Diyodosalicilato mercurio	Oxalato mercurio
Acetato de mercurio y resorcina	Fenato básico de mercurio	Oxicianuro mercurio
Acetato mercurio	Fenato de mercurio	Peptonato de mercurio
Acetato mercurioso	Fenolsulfonato mercurio	Rodanuro mercurio
Acetato naftol-B-mercurio	Ferrocianuro mercurio	Salicilato mercurio
Acetato timolmercurio	Ferrocianuro mercurioso	Santonato mercurio
Albuminato de mercurio	Formiato mercurio	Sozoyodolato de mercurio
Amidopropionato mercurio	Formiato mercurioso	Succinato mercurio
Asparagina mercurio	Fulminato mercurio	Succinato mercurioso
Benzoato mercurio	Galato mercurio	Succinimida mercurio
Benzoato mercurioso	Lactato mercurio	Sulfoictiolato mercurio
Cacodilato mercurio	Lactato mercurioso	Tanato mercurioso
Caseinato de mercurio	Mercurietilo	Tartrato mercurio
Cianuro mercurio	Mercuriformamida	Tartrato mercurioso
Citrato mercurio	Mercurimetilo	Timolato mercurio
Citrato mercurioso	Metilarseniato mercurio	Vainillina mercurio
Cloruro de anilina y mercurio	Metilarseniato mercurioso	Valerianato mercurio
Cloruro de mercurietilo	Naftol-B-mercurio	Yodocacodilato mercurio
Colato mercurio	Oxalato mercurio	

---

Fuente: J.E. Picazo Sanchez, J.M. Fernandez Vozmediano, Aspectos Químicos de los Mercuriales, Revista Actualidad Dermatológica, Vol. 33, Octubre 1994

Cuando el mercurio se combina con compuestos orgánicos lineales que pueden formar enlaces covalentes (Cl, Br, I, OH) se forman sustancias covalentes no polares más solubles en líquidos orgánicos que en el agua, estos compuestos son sólidos cristalinos.

Al combinarse el mercurio elemental con el carbono se forman varios compuestos, entre estos se encuentran el dimetilmercurio, fenilmercurio, etilmercurio y metilmercurio, siendo este último el más conocido y letal.

El metilmercurio  $[\text{CH}_3\text{Hg}]^+$ , resulta del enlace de un grupo metil ( $\text{CH}_3^+$ ) con un átomo de mercurio, puede formarse en el ambiente por procesos bióticos, por efecto del metabolismo microbiano, o también por procesos abióticos es decir procesos químicos que no implican a organismos vivos.<sup>4</sup>

El metilmercurio por tratarse de un catión, posee una carga positiva que puede combinarse fácilmente con otros compuestos (generalmente aniones) tales como los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), posee una gran afinidad por los compuestos de azufre que contienen aniones como el sulfihidrido ( $-\text{SH}$ ), grupos de aminoácidos como la cisteína y por lo tanto con todas las proteínas que contengan cisteína, formando un enlace covalente.

El metilmercurio es el compuesto orgánico más común, y el de mayor importancia ya que es muy tóxico y al ser depositado en ecosistemas acuáticos puede bioacumularse (acumulación neta de mercurio en un organismo proveniente de fuentes biótica o abióticas) y biomagnificarse (en lugar de disolverse o desintegrarse, el mercurio se acumula progresivamente a niveles siempre ascendentes), alcanzando las mayores concentraciones en los grandes depredadores marinos (atún, pez espada, tiburón, caballa, etc), animales que son ingeridos por otras especies animales y el ser humano.<sup>5</sup>

## **1.2 USO DEL MERCURIO**

### **1.2.1 Historia**

El mercurio y sus compuestos, debido a sus propiedades, han sido usados en actividades antropogénicas desde la antigüedad. Para el desarrollo de sus culturas pueblos como China, Egipto y Asiria (2500 a.C.) utilizaban el sulfuro de mercurio como pintura en forma de polvo.

---

<sup>4</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Metilmercurio>

<sup>5</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 7

Los egipcios de la XVIII-XIX dinastía faraónica (1600 a 1500 a.C.) utilizaban mercurio líquido en vasijas funerarias. Los fenicios (700 a.C.) lo utilizaban para extraer y purificar el oro, mientras que en India existía la creencia que el mercurio tenía propiedades afrodisíacas por lo que se consumían grandes cantidades del elemento con la esperanza de recuperar o aumentar la vitalidad sexual.

Los griegos (500 a.C.) utilizaban el sulfuro de mercurio como pintura, además médicos de la época como Hipócrates, lo utilizaban en forma de ungüento para curar enfermedades de la piel. El científico Aristóteles llamó a este metal hidrargiro que significa plata líquida.

Los alquimistas chinos (200 a.C.) en sus clásicos taoístas describen como obtener mercurio líquido a partir del sulfuro de mercurio, metal que era muy apreciado porque consideraban que podía alargar la vida mejor que el oro.

Los romanos (23 a.C.) utilizaban el sulfuro de mercurio como pintura. Los Incas (1100 d.C.) conocían el sulfuro de mercurio al que denominaban “llampi” y lo usaban como pintura.

A finales del siglo XV el minero español Bartolomé Medina introdujo el sistema del beneficio de patio en las minas, este era un procedimiento de obtención de minerales de plata por amalgamación con mercurio en frío.

A mediados del siglo XVI el mercurio empezó a usarse en la farmacología, se lo empleaba como tratamiento para la sífilis, enfermedades de los ojos y la sangre. Paracelso (1520 d.C.) un médico y químico suizo, fue el primero que intentó explicar los efectos adversos del mercurio en el ser humano, él pensaba que lo peligroso del mercurio era aplicarlo externamente y que ingerirlo no haría daño pues el cuerpo lo eliminaría en forma de sudor, excreta u orina.

Otros médicos recomendaban el uso del elemento en forma de ungüentos, ingerido y hasta inhalado lo que a corto o largo plazo causaba que el enfermo empeore y se haga susceptible a otras enfermedades que podían causarle la muerte.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Cfc, <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/espanol.pdf> , Toxicología del Mercurio. Actuaciones Preventivas en Seguridad Laboral y Ambiental

Torricelli (1643 d.C.), matemático y físico italiano, utilizó el mercurio en la elaboración de su instrumento de medida de la presión atmosférica, el barómetro, usó el mercurio ya que necesitaba un líquido cuyo peso compense exactamente el peso de la atmósfera. Tiempo después el barómetro fue usado como guía para la elaboración del tensiómetro, instrumento de medida de presión sanguínea, de manómetros y válvulas.

Fahrenheit (1720 d.C.), físico holandés, lo utilizó para la elaboración del termómetro, instrumento capaz de medir la temperatura ambiente y corporal.

### **1.2.2 En la actualidad**

En la actualidad el mercurio ofrecido en el mercado mundial se obtiene de diversas fuentes, entre las que encontramos

- “Producción minera de mercurio primario, es decir, extraído de minerales de la corteza terrestre:
  - Como producto principal de la actividad minera, es decir mercurio virgen
  - Como subproducto de la extracción o refinamiento de otros metales (zinc, oro, plata) o minerales
- Mercurio primario recuperado al refinar gas natural (se comercializa como subproducto)
- Reprocesamiento o minería secundaria de residuos mineros antiguos que contienen mercurio
- Mercurio reciclado, recuperado de productos usados y desechos de procesos de producción industrial.
- Mercurio de las reservas, o inventarios, gubernamentales
- Reservas privadas (como el mercurio para la industria cloroalcalina)”<sup>7</sup>

El mercurio se utiliza en la elaboración de una gran variedad de productos y para la realización de procesos que aprovechan sus propiedades únicas. “Este metal es un excelente material para muchas aplicaciones porque es líquido a temperatura ambiente, es un buen conductor eléctrico, tiene densidad muy alta y alta tensión superficial, se expande o contrae

---

<sup>7</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 13

uniformemente en toda su gama líquida respondiendo a cambios de presión y temperatura, y es tóxico para los microorganismos (incluso los organismos patógenos) y otras plagas”.<sup>8</sup>

La siguiente tabla da una visión general de las aplicaciones intencionales de mercurio que se han podido identificar y de la información disponible sobre su uso actual a nivel mundial.

**Tabla 1 Aplicaciones del mercurio e indicaciones de su uso actual**

Aplicación	Indicaciones sobre el uso actual
Producción de cloro-álcali (cloro y soda cáustica)	General
Amalgamas dentales	General
Minería artesanal de oro y plata	Australia, Burundi, Brasil, Burkina Faso, China, Costa Rica, Colombia, Costa de Marfil, Ecuador, Filipinas, Ghana, Guayana Francesa, Indonesia, Mongolia, Panamá, Papúa New Guinea, Perú, Rusia, Tanzania, Venezuela, Vietnam, Zimbabwe
Pilas y baterías	En uso, pero prohibido o restringido en muchos países
Instrumentos de medición y control	Véase más adelante.
Termómetros médicos	General, pero prohibido o restringido en algunos países
Otros termómetros (control de máquinas marinas, laboratorios)	General, pero prohibido o restringido en algunos países
Instrumentos para medir la presión sanguínea (esfigmomanómetros)	General, pero prohibido o restringido en algunos países
Manómetros industriales y meteorológicos	Lo más probable es que sea general, pero prohibido o restringido en algunos países
Válvulas de presión (calefacción central, industria)	Prohibido o restringido en algunos países
Giróscopos	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores eléctricos y electrónicos	Prohibido o restringido en algunos países
Conmutadores de control de nivel (bombas de alcantarillado, timbres de puerta, señales de ferrocarril, portezuelas de maleteros de automóviles, refrigeradores, congeladores, alarmas de caídas de ancianos, etc.)	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores multipolares (por ejemplo, para excavadoras)	Prohibido o restringido en algunos países

Aplicación	Indicaciones sobre el uso actual
Vendas para brazos y piernas (por ejemplo, para el “codo de tenista”)	Irlanda
Juguetes para ejecutivos	Irlanda
Material de revestimiento para pistas de carrera en estadios deportivos (pistas “tartán”)	Se usaba antes en Suiza.
Municiones	Se usaba antes en Suiza.

<sup>8</sup> Ibidem, p 134

<b>Aplicación</b>	<b>Indicaciones sobre el uso actual</b>
Interruptores microelectrónicos con contactos de mercurio	Muy probablemente general
Interruptores térmicos	Prohibido o restringido en algunos países
Interruptores en calzado deportivo con luz en la suela	Prohibido o restringido en algunos países
Lámparas de descarga luminosa	General
Lámparas fluorescentes	General
Otras lámparas con mercurio	General
Productos químicos, electrodos y aparatos analíticos de laboratorio	General
Plaguicidas (tratamiento de semillas y/o otros)	Australia, Belarús, Benin (no especificado), Burkina Faso (no especificado), Costa de Marfil, Ghana, Guinea (no especificado), India (no especificado), Irlanda
Biocidas para diferentes productos y procesos	Camerún (producción industrial no especificada), Irlanda
Pinturas (pinturas a látex y posiblemente otras)	Australia, Ghana, Guinea, India, Irlanda, Samoa, Tailandia (sustitución en curso), Trinidad y Tobago (sustitución en curso o terminada recientemente).
Fungicidas para la producción de papel	Marruecos,
Productos farmacéuticos (funciones biocidas o sistémicas)	República Checa (no especificado), Ghana (no especificado), India, Australia (no especificado y para caballos), Suiza
Conservadores de vacunas	En uso
Conservadores en gotas oftálmicas	Muy probablemente todavía en uso
Desinfectantes; por ejemplo, en hospitales	Burkina Faso (no especificado)
Medicinas a base de hierbas, medicinas “caseras”, “farmacias de la calle”	India (algunas medicinas a base de hierbas), Lesotho (mercurio metálico)
Compuestos catalizadores de mercurio	India
Catalizadores para la producción de poliuretano y otros polímeros	Finlandia, Australia, Irlanda
Catalizadores en la producción, a base de acetileno, de monómeros de cloruro de vinilo, acetato de vinilo y acetaldehído	(Antes se usaba en numerosas fábricas de todo el mundo). No se ha confirmado si se continúa usando para esos fines.
Cosméticos (cremas, jabones)	Benin (no especificado), Irlanda (no especificado)
Cremas y jabones para aclarar la piel	De uso común; restringido en algunos países
Biocidas en cosméticos para los ojos	Posiblemente en uso; restringido en algunos países
Faros (usos náuticos; estabilización de lentes)	Canadá (posiblemente general – mencionado en la literatura)
Falsificación de dinero	Camerún (no hay detalles sobre el uso de mercurio en este proceso)
Ceremonias religiosas, actividades “supersticiosas”	EE.UU. y posiblemente regiones del Caribe (US ATSDR, 1999), Lesotho
Pigmentos	No se ha confirmado este uso en la actualidad.
Curtido	Irlanda
Pavonado y grabado de acero	Irlanda
Papel para fotos a color	Australia
Explosivos, fuegos artificiales	No se ha confirmado este uso en la actualidad.
Activadores de bolsas de aire y sistemas de freno antibloqueo (ABS) de automóviles	No se ha confirmado este uso en la actualidad.
Producción artesanal de diamantes	Guinea (“para limpiar piedras y mejorar calidad física”)
Amortiguadores del retroceso de los rifles	Irlanda

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 141

Cuando se menciona en indicadores de uso actual el patrón “general” significa que se utiliza en todos los países que produzcan la aplicación. El patrón “no especificado” significa que no

se conoce detalladamente como se lo utiliza en la aplicación, el patrón “no se ha confirmado que este en uso en la actualidad” indica que se conoce que el mercurio se utilizó para esta aplicación en el pasado, pero no se ha podido confirmar su uso en la actualidad.

La producción primaria mundial de mercurio virgen (extraído de minas), que se tiene registrada hasta el año 2000, es grande.

En el año 1989 se tuvo una producción primaria global de 6700 toneladas métricas, para el año 2000 una de 1800 toneladas métricas, el decrecimiento de la producción primaria global de mercurio se debe a que en las últimas décadas el reciclado de mercurio ha desempeñado un papel importante en el mercado mundial, situación que beneficia pero no del todo. Al encontrarse una oferta excedentaria de mercurio en el mercado, su costo, su precio promedio es de \$4,3/kg, lo que incrementa su uso y por lo tanto aumenta la cantidad de desechos que lo contienen. Por esta razón algunos países han tomado ciertas precauciones para reducir la utilización de mercurio.<sup>9</sup>

Una de estas precauciones se fundamenta en la información existente de los efectos dañinos que produce el mercurio en la salud humana y el ambiente, algunos países han elaborado medidas, tanto reglamentarias como voluntarias, destinadas a eliminar o restringir el uso de mercurio para los procesos o producción de ciertas aplicaciones. En la siguiente tabla se menciona de manera general algunos de los países que prohíben o restringen el uso de mercurio:

---

<sup>9</sup> Cfc, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 137

**Tabla 2 Información sobre medidas nacionales, tanto reglamentarias como voluntarias, destinadas a eliminar o restringir los usos del mercurio**

Aplicación	Importación, venta y/o uso prohibido o restringido a nivel nacional (véase apéndice)
Producción de cloro-álcali (cloro y soda cáustica)	Japón
Extracción de oro	Brasil, China, Filipinas
Productos que contienen mercurio en general (con algunas excepciones)	Dinamarca, Suecia, Suiza
Amalgamas dentales	Dinamarca, Francia, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia, Suiza
Pilas y baterías	Canadá, China, Estonia, países de la Unión Europea*, Hungría, Mauricio, Noruega, República Eslovaca, Suiza, Turquía, EE.UU.
Pilas de óxido de mercurio	Países de la Unión Europea*, Japón
Pilas alcalinas	Canadá, países de la Unión Europea*
Otras pilas (óxido de zinc, óxido de plata, principalmente en formato de pilas botón)	Canadá, países de la Unión Europea*
<b>Instrumentos de medición y control</b>	Suecia (en general)
Termómetros médicos	Canadá, Dinamarca, Francia, Noruega, Suecia,
Otros termómetros (control de máquinas marinas, laboratorios)	Dinamarca, Suecia
Instrumentos para medir la presión sanguínea	
Manómetros industriales y meteorológicos	Dinamarca
Valvulas de presión (calefacción central, industria)	Dinamarca
Giróscopos	Dinamarca
<b>Interruptores eléctricos y electrónicos</b>	Dinamarca, Suecia, Suiza
Conmutadores de control de nivel (bombas de alcantarillado, timbres de puerta, señales de ferrocarril, portezuelas de maleteros de automóviles, refrigeradores, congeladores, alarmas de caídas de ancianos, etc.)	Dinamarca, Suecia
Interruptores multipolares (por ejemplo, para excavadoras)	Dinamarca
Interruptores microelectrónicos con contactos de mercurio	
Interruptores térmicos	Dinamarca
Interruptores en calzado deportivo con luz en la suela	Dinamarca
<b>Lámparas de descarga luminosa</b>	
Lámparas fluorescentes	Canadá, Suecia, países de la Unión Europea* a partir del 1º de julio de 2006

Aplicación	Importación, venta y/o uso prohibido o restringido a nivel nacional (véase apéndice)
Otras lámparas de mercurio	Dinamarca, Suecia
Productos químicos, electrodos y aparatos analíticos de laboratorio	Dinamarca, Suecia
Plaguicidas	
Tratamiento de semillas y/o otros usos agrícolas	Armenia, Burundi, Canadá, China, Colombia, Cuba, República Checa, países de la Unión Europea*, Hungría, Japón, Latvia, Lesotho, Lituania, Mauricio, Noruega, Samoa, Suiza, Tanzania, EE.UU.
Biocidas para diferentes productos y procesos	Dinamarca, Japón, Suecia, Suiza
Pinturas (pinturas de látex y posiblemente otras)	Camerún, Costa Rica, países de la Unión Europea*, Japón, Noruega, Suiza, EE.UU.
Conservación de madera	Unión Europea*, Noruega
Productos farmacéuticos (funciones biocidas o sistémicas)	Austria, Canadá, Costa Rica, Dinamarca, Japón, Mauricio, Suecia, Suiza, EE.UU.
Conservadores de vacunas	
Conservadores en gotas oftálmicas	
Desinfectantes; por ejemplo, en hospitales	Dinamarca
Medicinas a base de hierbas, medicinas “caseras”, “farmacias de la calle”	Dinamarca
Compuestos catalizadores de mercurio	
Producción de poliuretanos **y otros polímeros	
Cosméticos (cremas y jabones)	China, países de la Unión Europea*, Noruega
Cremas y jabones para aclarar la piel	Camerún, Dinamarca, EE.UU., Zimbabwe
Biocidas en cosméticos para los ojos	
Falsificación de dinero	
Ceremonias religiosas y actividades llamadas “supersticiosas”	
Pigmentos	Dinamarca
Explosivos, fuegos artificiales	Dinamarca
Activadores de bolsas de aire y sistemas de freno antibloqueo (ABS) de automóviles	Países de la Unión Europea*
Producción artesanal de diamantes	
Embalajes y desechos de embalajes	Países de la Unión Europea*, Noruega

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 143

Nota.- \* Esto implica que existe legislación de la Comunidad Europea que se aplica a todos los Estados miembros de la UE, a saber, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y el Reino Unido

Debido a estas restricciones, el uso de mercurio en países industrializados ha disminuido en las últimas dos décadas, pero aun así el uso intencional del mercurio en productos y procesos todavía se considera una fuente importante de liberación del elemento al ambiente.

### 1.3 FUENTES DE LIBERACIONES ANTROPÓGENAS DE MERCURIO

“El mercurio está naturalmente presente en el carbón y otros combustibles fósiles, así como en minerales como la cal, que se utiliza para producir cemento, en los suelos (tales como

suelos agrícolas sujetos al control de la acidificación) y minerales metalíferos, por ejemplo minerales de zinc, cobre y oro”.<sup>10</sup>

Todo lo mencionado anteriormente es utilizado por el hombre para la obtención de servicios y la fabricación de productos, dando como resultado grandes liberaciones de mercurio al agua, aire y suelo.

“Las actuales liberaciones antropogénicas, que en comparación con las naturales son extremadamente altas, son resultantes de la movilización de impurezas de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles, particularmente del carbón que es utilizando a grande escala para la producción de energía, y en menor medida del gas, del petróleo y de minerales extraídos, tratados y reciclados”.<sup>11</sup>

El gran campo de acción que tienen las operaciones de la industria minera y de extracción de minerales, es decir la minería del mercurio y la utilización del elemento para la minería del oro o la plata a pequeña o gran escala, es otro de los motivos

El uso intencional del mercurio en la fabricación de productos es otra fuente de liberación, ya que estas se producen durante los procesos de fabricación como emisiones, derrames y desechos.

La elaboración de cemento, lámparas fluorescentes, faros de automóviles, manómetros, termostatos, tensiómetros, termómetros, amalgamas dentales, son algunos ejemplos de productos fabricados con la utilización de mercurio como uno de sus componentes principales.

Los tratamientos de recuperación de los desechos y productos agotados, así como la incorrecta disposición final de los mismos, generan liberaciones considerables de mercurio a los diferentes medios.

---

<sup>10</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 103

<sup>11</sup> *Ibidem*, p 9

De la cantidad total de mercurio que se libera anualmente al ambiente, se estima que entre uno y dos tercios se derivan de la actividad humana. De esta liberación el 80% es mercurio elemental liberado al aire, principalmente como consecuencia de la remoción de impurezas en los combustibles fósiles, la minería, fundiciones y de la incineración de desechos sólidos. Cerca del 15% del total se libera al suelo y proviene de abonos, fungicidas y desechos sólidos municipales (por ejemplo, de basura que contiene baterías, interruptores eléctricos o termómetros). Un 5% adicional es liberado al agua ambiental desde aguas residuales de industrias.<sup>12</sup>

Las liberaciones antropogénicas junto con las liberaciones naturales de mercurio provenientes de los volcanes, la evaporación de superficies terrestres y acuáticas, la degradación de minerales y los incendios forestales, están causando que las concentraciones de mercurio en el agua, aire, suelo y por ende en los seres vivos que los habitan sean altas y peligrosas, debido a las características físicas y químicas del elemento.

#### **1.4 TOXICIDAD DEL MERCURIO**

La toxicidad del mercurio depende de su forma química, la cantidad, la vía de exposición y la vulnerabilidad del ser vivo expuesto, por lo tanto los síntomas y signos varían según la exposición al mercurio elemental, a los compuestos inorgánicos de mercurio, o a los compuestos orgánicos de mercurio (en particular los compuestos de alquilmercurio como sales de metilmercurio y etilmercurio, y el dimetilmercurio).

Un ser vivo puede exponerse al mercurio al respirar aire contaminado, al ingerir agua o alimentos contaminados o a través de contacto de la piel con el mercurio, es por esta razón que se debe conocer las fuentes de exposición y la forma química del mismo.

En cuanto a los compuestos orgánicos de mercurio, el metilmercurio es el más importante y el más común, “la fuente de exposición más significativa es la dieta, particularmente la dieta a base de pescados y mariscos.

---

<sup>12</sup> Cfc, [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Resumen de Salud Pública: Mercurio

En el caso del mercurio elemental, la fuente más importante de exposición para la población en general es el vapor de mercurio que se libera de las amalgamas dentales, pero a veces la exposición en el ambiente de trabajo debido a contacto con derrames, inhalación de vapores o ingesta de mercurio, puede ser muchas veces mayor.

En lo que respecta a compuestos inorgánicos de mercurio, los alimentos constituyen la fuente más importante para la mayoría de la gente. Sin embargo, para ciertos segmentos de la población, el uso de cremas y jabones a base de mercurio para aclarar la piel, y el uso de mercurio con propósitos culturales (rituales) o en medicina tradicional, también puede conducir a la exposición a mercurio inorgánico o elemental”.<sup>13</sup>

En la actualidad existen límites máximos de mercurio, establecidos por diferentes organismos dedicados al cuidado de la salud y el ambiente.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) ha determinado un límite máximo para mercurio en el agua potable de 2 partes de mercurio inorgánico por billón de partes de agua (2 ppb), ya que mediante estudios ha comprobado que es improbable que la ingesta diaria de 2 ppb (para un adulto de peso corporal promedio) de mercurio inorgánico en el agua potable cause efectos adversos de importancia para la salud.

Para el caso de ríos, lagos y arroyos los niveles de mercurio inorgánico no deben exceder 144 partes de mercurio por trillón (ppt) de partes de agua (1 ppt es la milésima parte de 1 ppb), lo que equivale a 114 nanogramos por litro de agua.

La Administración de Alimentos y Drogas (FDA, por sus siglas en inglés) ha establecido un nivel permisible máximo de 1 parte de metilmercurio por cada millón de partes (ppm) de pescados y mariscos (1 ppm es mil veces 1 ppb), y máximo de 1 parte de mercurio por cada millón de partes de semillas de granos tratados.

La FDA estima que la mayoría de las personas están expuestas a un promedio de aproximadamente 50 nanogramos de mercurio por kilogramo de peso al día (50 ng/kg/día) en

---

<sup>13</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002,p 38

los alimentos que consumen. Esto corresponde aproximadamente a 3.5 microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de mercurio al día para un adulto de peso promedio, nivel que se cree no produce efectos adversos

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos. (OSHA, por sus siglas en inglés), reglamenta los niveles de mercurio en el trabajo y ha establecido límites de 0.1 miligramos de mercurio orgánico por metro cúbico de aire ( $0.1 \text{ mg/m}^3$ ) en el trabajo y  $0.05 \text{ mg/m}^3$  para vapor de mercurio metálico en el aire de trabajo para proteger a los trabajadores durante una jornada de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH, por sus siglas en inglés) recomienda que la cantidad de vapor de mercurio metálico en el aire del trabajo se limite a un promedio de  $0.05 \text{ mg/m}^3$  durante una jornada de 10 horas.<sup>14</sup>

Investigaciones adicionales indican que los niveles de mercurio en el suelo no deben exceder 625 partes de mercurio por billón de partes de suelo, lo que equivale a 625.000 nanogramos por kilogramo de suelo. (1ppb es mil veces mayor que 1ppt).

#### **1.4.1 Metilmercurio**

“El metilmercurio es la forma de mercurio que se absorbe más fácilmente a través del tubo digestivo (cerca del 95% es absorbido)”<sup>15</sup>, situación que es preocupante ya que el principal medio de exposición es una dieta basada en pescados y mariscos.

El metilmercurio es un neurotóxico (destructor del tejido nervioso) documentado, puede afectar diferentes áreas del cerebro y las funciones que se asocian con estas áreas, lo que se manifiesta en una variedad de síntomas. Éstos incluyen cambios de personalidad (irritabilidad, timidez, nerviosidad), temblores, alteraciones de la visión (reducción del campo visual), sordera, incoordinación muscular, pérdida de la sensación, dificultades de la memoria, alteraciones del aparato digestivo, deficiencias en los sentidos del olfato, gusto y tacto.

---

<sup>14</sup> Cfc, [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Resumen de Salud Pública: Mercurio

<sup>15</sup> Ibidem

La enfermedad de Minamata es un síndrome neurológico grave y permanente causado por un envenenamiento con metilmercurio. Los síntomas incluyen ataxia (descoordinación en el movimiento de las partes del cuerpo de cualquier animal, incluido el cuerpo humano), alteración sensorial en manos y pies, deterioro de los sentidos de la vista y el oído, debilidad y, en casos extremos, parálisis y muerte.

La enfermedad se denomina así por la ciudad de Minamata (Japón), que fue el centro de una intoxicación por metilmercurio al consumir pescados y mariscos contaminados de la zona. En 1956, el año que se detectó el brote, murieron 46 personas debido a daños en el sistema nervioso central. Las mascotas y los pájaros del lugar mostraban síntomas parecidos.

Entre 1953 y 1965 se contabilizaron 111 víctimas y más de 400 casos con problemas neurológicos. Madres que no presentaban ningún síntoma dieron a luz niños con una anomalía parecida a la parálisis cerebral.<sup>16</sup>

El metilmercurio ingresa al cuerpo luego de comer pescado u otros alimentos contaminados con este compuesto, es absorbido casi en su totalidad y entra a la corriente sanguínea fácilmente y pasando rápidamente a otras partes del cuerpo.

En el caso de mujeres embarazadas el metilmercurio pasa fácilmente a la sangre del feto causando efectos perjudiciales en su cerebro y sus tejidos en formación. Esto se debe a que el compuesto traspasa con facilidad la barrera placentaria y la barrera hematoencefálica (pared entre los vasos sanguíneos y el sistema nervioso central que impide el ingreso de sustancias tóxicas, permitiendo el paso de nutrientes y oxígeno).<sup>17</sup>

Los síntomas son disminución de la capacidad de aprendizaje, reducción del coeficiente intelectual y en casos severos, retardo mental; estos pueden ser detectados en los niños en el comienzo de la edad escolar.

El Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (NRC, por sus siglas en inglés), determinó que la dosis de referencia para que se produzca efectos perjudiciales no letales, en

---

<sup>16</sup> Cfc, [http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad\\_de\\_Minamata](http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_de_Minamata), Enfermedad de Minamata

<sup>17</sup> Cfc, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002,p 38

el desarrollo neuronal del feto, es de 58 microgramos de mercurio total por litro ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) en la sangre del cordón umbilical, o de 10 microgramos de mercurio total por gramo ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ) en el cabello de la madre.<sup>18</sup>

“El metilmercurio puede ser totalmente eliminado del organismo en conjunto, en un lapso de 70 a 240 días”.<sup>19</sup>

“El metilmercurio puede ser transformado por el cuerpo a mercurio inorgánico. Cuando esto sucede en el cerebro, el mercurio puede permanecer ahí durante mucho tiempo. El metilmercurio abandona el cuerpo lentamente en las heces durante un período de 30 a 70 días, la mayor parte en la forma de mercurio inorgánico.

Varios estudios indican que la exposición oral prolongada de animales a niveles altos de metilmercurio produce daño del riñón, el estómago y el intestino grueso; altera la presión sanguínea y el latido del corazón; afecta al feto, en el caso de animales en estado de gestación, a los espermatozoides y los órganos sexuales masculinos; y aumenta el número de abortos espontáneos y de crías nacidas muertas.

En animales, los efectos adversos sobre el sistema nervioso ocurren con dosis más bajas que los efectos sobre otros sistemas del cuerpo. Esta diferencia indica que el sistema nervioso es más susceptible al metilmercurio que otros órganos del cuerpo. Los estudios en animales también demuestran que la exposición al metilmercurio durante el desarrollo daña al sistema nervioso, y que los efectos empeoran con la edad de la cría, aun cuando la exposición ha cesado”.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Cfc, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 5

<sup>19</sup> <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/espanol.pdf>, Toxicología del Mercurio. Actuaciones Preventivas en Seguridad Laboral y Ambiental

<sup>20</sup> [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Resumen de Salud Pública: Mercurio

“El Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés), basándose en su evaluación general, considera que los compuestos de metilmercurio pueden ser posiblemente carcinógenos para los seres humanos (grupo 2B)”.<sup>21</sup>

#### **1.4.2 Mercurio Elemental**

La vía principal de exposición al mercurio elemental es por inhalación de sus vapores por nariz, boca y piel. Cerca del 80% de los vapores inhalados es absorbido por los tejidos pulmonares. Este vapor penetra con facilidad la barrera de sangre del cerebro y su neurotoxicidad está bien documentada. La absorción intestinal de mercurio elemental es baja.<sup>22</sup>

Cuando una persona traga pequeñas cantidades de mercurio metálico, por ejemplo 1,5 gramos, contenido máximo de un termómetro médico, menos del 0.01% (0,15 mg) del mercurio, entra al torrente sanguíneo a través del estómago o los intestinos, a menos que estos órganos no funcionen normalmente.

Sin embargo, si la persona respira los vapores de mercurio generados por 1,5 gramos de mercurio metálico, aproximadamente el 80% (1,2 g) del elemento ingresa al torrente sanguíneo directamente a través de los pulmones, y se distribuye rápidamente a través del cuerpo, incluso al cerebro y los riñones.<sup>23</sup>

La toxicidad para el aparato respiratorio se manifiesta por congestión y edema pulmonar (acumulación anormal de líquido en los pulmones que causa una hinchazón de los mismos), tos, neumonitis intersticial e insuficiencia respiratoria. En el sistema cardiovascular los efectos son taquicardia, elevación de la presión sanguínea tanto sistólica (presión existente en el sistema circulatorio cuando el corazón está bombeando sangre) como diastólica (presión existente en el sistema circulatorio cuando el corazón no está bombeando sangre) y palpitaciones.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_465.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_465.htm), Sustancias Carcinogénicas: Criterios para su clasificación

<sup>22</sup> Cfc, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 4

<sup>23</sup> Cfc, [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Resumen de Salud Pública: Mercurio

<sup>24</sup> Cfc, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, 2002, p 50

Se han observado trastornos neurológicos y de comportamiento en seres humanos tras la inhalación de cantidades superiores a los a los 0.1 mg/m<sup>3</sup> de vapor de mercurio elemental.

Algunos de los síntomas son: temblores, labilidad emocional (alteraciones en la manifestación de la afectividad), insomnio, pérdida de la memoria, sensación de dientes que flotan y dolor en los mismos, pérdida de apetito y peso, cambios en el sistema neuromuscular y dolores de cabeza. Se han observado asimismo efectos en el riñón como la nefritis (inflamación del riñón causada por infecciones, toxinas, y enfermedades autoinmunes) y la nefrosis (enfermedad degenerativa del riñón), además de afecciones en la tiroides. Las exposiciones altas también han ocasionado mortalidad.

El mercurio metálico en la sangre de una mujer embarazada puede pasar al feto. La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que pueden producirse retrasos en el desarrollo del feto a concentraciones de 10 a 20 microgramos/gramo (µg/g) de cabello de la madre.<sup>25</sup>

Varios estudios demuestran que la exposición breve (horas) a altos niveles de vapores de mercurio metálico en el aire causan resquebrajamiento en los labios e irritan los pulmones y las vías respiratorias, produciendo opresión del pecho, una sensación de ardor en los pulmones y tos. La inhalación de vapor de mercurio también puede producir náusea, vómitos, diarrea, aumento de la presión o aceleración de los latidos del corazón, erupción de la piel e irritación de los ojos.

La fuente de exposición mas común al mercurio metálico para los seres humanos, es el mercurio que se libera desde amalgamas dentales. Una amalgama contiene aproximadamente 50% de mercurio metálico en su composición, cantidades pequeñas del metal se liberan lentamente de su superficie debido a corrosión, al masticar o triturar alimentos, esta cantidad se mezcla con el aire respirado o se disuelve en la saliva, entrando al cuerpo. La cantidad de mercurio liberada diariamente desde las amalgamas dentales está entre 3 y 7 microgramos

---

<sup>25</sup> Ibidem, p 38

(µg/día). El mercurio de amalgamas dentales puede contribuir hasta más del 75% de la exposición total diaria al mercurio.

El mercurio metálico se oxida a mercurio inorgánico en los tejidos y órganos corporales, especialmente en el cerebro y los riñones, donde puede permanecer por semanas o meses. La mayor parte del metal absorbido por el cuerpo se elimina eventualmente en la orina y las heces, mientras que cantidades más pequeñas se eliminan en el aire que se expira.<sup>26</sup>

“En cuanto a carcinogenicidad, la evaluación general del IARC concluye que el mercurio metálico no es clasificables en cuanto a carcinogenicidad para los seres humanos (grupo 3)”.<sup>27</sup>

### **1.4.3 Mercurio inorgánico**

Los compuestos de mercurio inorgánico, cuando se ingieren, son absorbidos en un 40% por el estomago y los intestinos, y en un 10% por el resto del aparato digestivo. Pueden ingresar al cuerpo a través de la piel o por inhalación, pero esta cantidad es muy pequeña

Una vez que el mercurio inorgánico entra al cuerpo y pasa al torrente sanguíneo, se distribuye a varios tejidos. Se acumula principalmente en los riñones, si la cantidad es alta causa daños severos pero si esta es baja, los riñones se recuperan cuando el cuerpo se deshace de la contaminación.

Además del efecto severo en los riñones, el mercurio inorgánico causa daño en el estómago y los intestinos, produciendo náusea, diarrea o úlceras graves si se tragan grandes cantidades. El corazón es otro órgano afectado, los síntomas son latido rápido del corazón y aumento de la presión sanguínea.

Estos compuestos no pasan con facilidad de la sangre al cerebro, pero no se descarta la posibilidad de que una exposición prolongada cause daños al cerebro y los nervios. Tampoco

---

<sup>26</sup> Cfc, [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Resumen de Salud Pública: Mercurio

<sup>27</sup> [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_465.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_465.htm), Sustancias Carcinogénicas: Criterios para su clasificación

pasan fácilmente de la sangre de una mujer embarazada al feto, pero se conoce que una pequeña cantidad de estos pueden pasar del cuerpo de la madre a la leche materna

El mercurio inorgánico abandona el cuerpo en la orina o las heces durante un período de cuarenta a noventa días. Una pequeña cantidad de mercurio inorgánico puede ser transformada en el cuerpo a mercurio metálico, que abandona el organismo por el aliento en forma de vapor de mercurio.

Estudios en animales indican, que la exposición oral prolongada de mercurio inorgánico daña el riñón y afecta el estómago, la presión sanguínea y el latido del corazón. Las poblaciones con alta susceptibilidad sufrieron alteraciones del sistema inmunitario después de ingerir estos compuestos. La exposición prolongada a niveles altos de mercurio inorgánico daña al sistema nervioso, y la exposición breve a niveles altos de estos compuestos afecta al feto y puede producir abortos espontáneos.<sup>28</sup>

## **1.5 EL MERCURIO EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

Como se detalló anteriormente, el mercurio y sus compuestos son altamente tóxicos y peligrosos, y causan efectos perjudiciales en la salud y el ambiente.

Estos fueron utilizados en la medicina hace siglos para tratar diversas dolencias (estreñimiento, dolores abdominales, sífilis, infecciones) y en la actualidad están presentes en los establecimientos de salud en equipos, luminarias, pilas, baterías, instrumentales y compuestos químicos, que contienen mercurio como uno de sus componentes principales.<sup>29</sup>

En la siguiente tabla se detallan algunos ejemplos de estos productos:

---

<sup>28</sup> Cfc, [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Resumen de Salud Pública: Mercurio

<sup>29</sup> Cfc, <http://www.pehsu.org/az/pdf/mercury.pdf>, Hospitales Sostenibles Mercurio: Exposición Pediátrica. Efectos adversos en la Salud humana y Medidas preventivas

**Tabla 3 Productos que contienen mercurio utilizados en los establecimientos de salud**

<b>Amalgamas dentales</b>	<b>Tensiómetros de Hg</b>	<b>Pilas / Baterías</b> Marcapasos Bombas Balanzas Transmisores de telemetría Ultrasonidos Ventiladores
<b>Equipos electrónicos y controladores temperatura</b> Calefacción Refrigeración incubadoras	<b>Termómetros</b> Temperatura corporal Incubadoras/baños Ambientales Calibración	<b>Compuestos químicos</b> Solución de Zenker Fijadores histológicos Soluciones Buffers Colorantes histológicos Thimerosal, Immusal
<b>Lámparas</b> Fluorescente Germicida Alta presión de Sodio Vapor de Hg Haluro metálico Ultravioleta Tubo de rayo catódico	<b>Tubos gastrointestinales</b> Cantor Dilatadores esofágicos Alimentación Miller-Abbott	<b>Compuestos químicos</b> Carbol-fuchina, Tinción de Gram, FenilHg, Acido acético, Aluminio, Hematoxilina
<b>Manómetros</b> Barómetros Manómetros Vacuómetros	<b>Pilas / Baterías</b> Alarmas Analizadores de Sangre Desfibriladores Audífonos Contadores Monitores	<b>Compuestos químicos</b> Test Anti-Fúngico Mercurocromo Test Anti-Bacteriano Test Anti-Infecioso Test Amónico Test Enzimático Bacteriostático

Fuente: Ortega García J.A. y cols, Revista Española de Pediatría, editorial Doyma, Vol. 59, N°3, 2003

Estos productos, al romperse o eliminarse incorrectamente liberan cantidades significativas de mercurio al agua, aire y suelo contaminándolos. “Los hospitales contribuyen aproximadamente con el 4-5% del total de mercurio presente en las aguas residuales, la liberación de vapores de mercurio de los residuos médicos ocupa el cuarto lugar de los principales contaminantes de mercurio en el aire y la disposición incorrecta de desechos que contienen mercurio en rellenos sanitarios y botaderos es una de las principales fuentes de contaminación del suelo y de aguas subterráneas y superficiales”<sup>30</sup>.

De todos los productos con mercurio elemental utilizados en el sector de la salud, los tensiómetros tienen el contenido mas alto de este metal (hasta 100 gramos/unidad) y su uso

<sup>30</sup> Ortega García J.A. y cols, Revista Española de Pediatría, editorial Doyma, Vol. 59, N°3, 2003, p 6

generalizado los convierte colectivamente en uno de los reservorios más importantes de mercurio en los establecimientos de salud.

Los termómetros, a pesar de que no contienen grandes cantidades de mercurio, son también uno de los principales reservorios de mercurio en los establecimientos médicos debido a su abundancia, estos son utilizados como el primer paso a la asistencia médica cuando una persona no se siente bien y por este motivo su stock es bastante alto.

Diversos estudios demuestran que los termómetros que contienen mercurio elemental siempre se rompen en un periodo corto de tiempo, siendo esta la principal fuente de exposición a este metal, de los médicos, enfermeros, pacientes y otros trabajadores del cuidado de la salud.<sup>31</sup>

La exposición se da por inhalación de vapores resultantes de la volatilización del mercurio elemental a temperatura ambiente. Estos vapores son inodoros e incoloros, por lo que las personas los respiran sin darse cuenta, ingresan al organismo y empiezan a causar los efectos dañinos antes mencionados.

“Las roturas de termómetros, tomadas caso por caso, representan un cierto peligro para los pacientes, las enfermeras, y demás profesionales de la salud, cuando el mercurio se absorbe a través de la piel o cuando se inhalan vapores de este metal. Cuando un termómetro se rompe, sólo se libera una cantidad relativamente pequeña de mercurio. Sin embargo, cuando se considera de manera acumulativa en el área de un hospital, en todo el edificio, o bien a nivel nacional y mundial, la situación cobra dimensiones más graves.

En Buenos Aires, por ejemplo, el gobierno de la ciudad (que maneja 33 hospitales y más de 38 centros de salud) estaba adquiriendo casi 40.000 nuevos termómetros de mercurio al año, en 2006. En vista de que las enfermeras y otros profesionales de la salud suelen comprar sus propios termómetros para complementar el material que les provee la ciudad, el sistema sanitario de esta ciudad, estaba utilizando una cantidad notablemente superior a 40.000 termómetros anuales, la mayoría de los cuales acababa rompiéndose. El sistema, en última

---

<sup>31</sup> Cfc, <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1783>, Movimiento Mundial para el Cuidado de la Salud Libre de Mercurio

instancia, estaba vertiendo más de 40 kilogramos (kg) anuales de mercurio en el entorno de los establecimientos de salud locales y en el ecosistema global.

Si se utiliza esta cifra y se la extrapola para toda Argentina, es posible estimar que, para ese año, los termómetros rotos en el sistema de salud argentino, fueron responsables de verter en el medio ambiente 826 kg anuales de mercurio.

Otro ejemplo sería el de la India, donde los hospitales tienen una capacidad de una cama por cada 1000 habitantes. Una organización realizó una investigación en dos hospitales del país y detectó niveles peligrosamente elevados de mercurio en una serie de muestras tomadas del aire interior. Se encontró la presencia significativa de mercurio en el aire interior de ambos hospitales estudiados. Estos niveles, que oscilaban entre 1,12 y 3,78  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , estaban por encima de los estipulados por numerosas normas internacionales.

En la India se rompen casi 2,4 millones de termómetros anualmente, esto significa que el sector de la salud podría estar derramando hasta 24 toneladas métricas anuales de mercurio en los hospitales de todo el país y en el medio ambiente global, sólo teniendo en cuenta el metal proveniente de los termómetros”<sup>32</sup>.

Con los ejemplos mencionados se puede aseverar que los establecimientos de la salud constituyen un foco importante de contaminación ambiental por mercurio, y uno de los medios de exposición mas frecuentes de este metal en los seres humanos.

Por este motivo los establecimientos de salud deben contar con inventarios, lo mas detallados posible, de los productos con mercurio que se encuentren en sus instalaciones. Además deben tener una política de gestión, donde se describa procedimientos a realizarse para el uso adecuado de los productos que contienen mercurio y del correcto manejo de los desechos que contienen mercurio, así como planes de respuesta ante posibles derrames dentro del establecimiento de salud.

Esto permitirá llevar un control de estos productos y lo más importante, servirá como documento guía para la correcta manipulación de los productos en los hospitales, lo que

---

<sup>32</sup> <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1783>, Movimiento Mundial para el Cuidado de la Salud Libre de Mercurio

evitará que estos se conviertan en potenciales fuentes de riesgo para la salud de los pacientes como del personal de salud, y ayudará a que los hospitales dejen de ser uno de los principales focos de contaminación por mercurio al ambiente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO LEGAL**

En este capítulo se realiza una breve revisión del marco legal vigente, relacionado a la protección del ambiente y salud, en un ámbito general, así como, reglamentación específica para mercurio.

#### **2.1 Constitución Política de la República del Ecuador.**

“**Art 3.-** Sin perjuicio de los derechos establecidos en esta Constitución y en los instrumentos internacionales vigentes, el Estado reconocerá y garantizará a las personas los siguientes:

6. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente.

**Art 86.-** El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

**Art 87.-** La ley tipificará las infracciones y determinará los procedimientos para establecer responsabilidades administrativas, civiles y penales que correspondan a las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, por las acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente.

**Art 90.-** El Estado normará la producción, importación, distribución y uso de aquellas sustancias que, no obstante su utilidad, sean tóxicas y peligrosas para las personas y el medio ambiente.”<sup>33</sup>

#### **2.2 Codificación de la Ley de Gestión Ambiental**

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

---

<sup>33</sup> Constitución Política de la República del Ecuador, R. O. No 1, 11 de Agosto de 1998

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

**Art.13.-** Los consejos provinciales y los municipios, dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente Ley.

**Art. 33.-** Establécense 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.”<sup>34</sup>

### **2.3 Ley Orgánica de Salud.**

“**Art. 7.** Toda persona, sin discriminación por motivo alguno, tiene en relación a la salud, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.”<sup>35</sup>

### **2.4 Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).**

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

“**Art 151.-** Sin perjuicio de las demás definiciones previstas en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y en el presente Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, para la cabal comprensión y aplicación de este instrumento, tómense en cuenta las siguientes definiciones:

---

<sup>34</sup> Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, R. O. Suplemento No 418, 10 de septiembre del 2004

<sup>35</sup> Ley Orgánica de Salud, R. O. Suplemento No 423, 22 de diciembre del 2006

**Almacenamiento:** Acción de guardar temporalmente desechos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entrega al servicio de recolección, o se disponen de ellos.

**Desechos Peligrosos:** Son aquellos desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas, o tóxicas, que represente un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.

**Disposición Final:** Es la acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a la salud y al ambiente.

**Envasado:** Acción de introducir un desecho peligroso en un recipiente, para evitar su dispersión o propagación, así como facilitar su manejo.

**Etiqueta:** Es toda expresión escrita o grafica impresa o grabada directamente sobre el envase y embalaje de un producto de presentación comercial que lo identifica

**Etiquetado:** Acción de etiquetar con la información impresa en la etiqueta.

**Generador:** se entiende toda persona natural o jurídica, cuya actividad produzca desechos peligrosos u otros desechos, si esa persona es desconocida, será aquella persona que éste en posesión de esos desechos y/o los controle

**Generación:** Cantidad de desechos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

**Lugar o instalación aprobado:** se entiende un lugar o una instalación destinado a la eliminación de desechos peligrosos o de otros desechos, que haya recibido una autorización o un licencia de funcionamiento para tal efecto de la Autoridad Ambiental competente.

**Manejo:** Se entiende por manejo las operaciones de recolección, envasado, etiquetado, almacenamiento, reuso Y/o reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos, incluida la vigilancia de los lugares de disposición final.

**Manejo ambientalmente racional:** se entiende la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos.

**Recolección:** Acción de transferir los desechos al equipo destinado a transportarlo a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reciclaje, o a los sitios de disposición final

**Transporte:** Cualquier movimiento de desechos a través de cualquier medio de transportación efectuado conforme a lo dispuesto en este reglamento

**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

**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

**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 del Ambiente en aplicación de normas internacionales validadas para el país.

**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. 196.-** Se prohíbe el vertido de desechos peligrosos en sitios no determinados y autorizados por parte del Ministerio del 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.

**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 del Ambiente o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva

**Art. 200.-** El Ministerio del Ambiente o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva periódicamente y cuando sea necesario, realizará inspecciones de vigilancia y control de la gestión de los desechos peligrosos en cualquiera de las etapas de su manejo. Para este fin, de ser necesario, coordinará con las competentes autoridades de la fuerza pública para recibir el apoyo del caso.”<sup>36</sup>

▪ Título VI Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

“**Art. 230.-** Definiciones.- Para efectos de este Decreto se entenderá por:

c) **Producto Químico Peligroso.-** Es todo aquel que por sus características físico-químicas presenta riesgo de afectación a la salud, el ambiente o destrucción de bienes, lo cual obliga a controlar su uso y limitar la exposición a él

e) **Gestión.-** Es la actividad o conjunto de actividades realizadas por las distintas personas naturales o jurídicas, que comprenden todas las fases del ciclo de vida de los productos químicos peligrosos

---

<sup>36</sup> Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI de la Calidad Ambiental, Título V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, R. O. Edición Especial No 2, 31 de marzo de 2003

**Art. 243.- De las normas técnicas a cumplirse.-** Toda persona natural o jurídica que se dedique a la gestión total o parcial de productos químicos peligrosos, deberá ejecutar sus actividades específicas de acuerdo a las normas técnicas emitidas por el Comité Nacional y por el INEN, así como a las normas internacionales legalmente aceptadas.

**Art. 244.- De la protección del personal.-** Toda persona natural o jurídica que se dedique a la gestión total o parcial de productos químicos peligrosos, deberá proporcionar a los trabajadores que entren en contacto con estos productos, el equipo de protección personal y colectiva necesario y suficiente para la labor a realizar, así como también la capacitación del uso seguro y eficiente de productos químicos peligrosos.”<sup>37</sup>

- 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

.../”<sup>38</sup>

## 2.5 Reglamento General de Seguro de Riesgos del Trabajo

“**Art. 4.** Se considera agentes específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional mercurio y sus compuestos tóxicos.”<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI de la Calidad Ambiental, Título VI Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos, R. O. Edición Especial No 2, 31 de marzo de 2003

<sup>38</sup> Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI de la Calidad Ambiental, Anexo 7 Listados Nacionales de Productos Químicos Prohibidos, Peligrosos y de Uso Severamente Restringido que se utilicen en el Ecuador , R. O. Edición Especial No 2, 31 de marzo de 2003

<sup>39</sup> Reglamento General de Seguro de Riesgos del Trabajo, R. O. No 579, 10 de diciembre de 1990

## 2.6 Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales.

### 2.7 Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito, Sustitutiva del Título V "Del Medio Ambiente", Libro Segundo del Código Municipal

- Sección II, de los Servicios Ordinario y Especiales de Aseo

“Art. 11.347.- 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:

2.- Proporcionar servicios especiales adecuados de recolección, transporte, transferencia y disposición final de los residuos industriales, comerciales, hospitalarios, institucionales y peligrosos.”<sup>40</sup>

- Sección III, Auditorías Ambientales

“Art. 11.381.13.- **Sujetos de cumplimiento.**- Sin perjuicio de la existencia de otras actividades, obras o proyectos que ocasionen un impacto ambiental significativo y entrañen un riesgo ambiental, son sujetos de cumplimiento y presentación de auditorías ambientales, de manera específica e ineludible, los siguientes casos:

d) El funcionamiento y operación de instalaciones destinadas al almacenamiento, plantas de tratamiento o disposición final de residuos tóxicos y peligrosos de acuerdo a la Guía CEPIS, incluida en la norma técnica. Se incluyen en estos acápite: centros de acopio, bodegas y estaciones de transferencia

---

<sup>40</sup> 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

t) Los hospitales de segundo y tercer nivel, clínicas de más de cuatro especialidades y de especialidades que dispongan de más de 15 camas.”<sup>41</sup>

## **2.8 Normas INEN**

- Listas de bienes y servicios sujetos a control. Reg. DNPC-92-01. Registro Oficial No 854 del 16 de enero de 1992 (INEC).
- Lista de productos químicos sujetos a control del INEN: Registro Oficial No 971 del 20 de junio del 1996.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:2000. Sobre Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos.

---

<sup>41</sup> Ordenanza Metropolitana 213 del Distrito Metropolitano de Quito, Sección III Auditorías Ambientales, R. O. Edición Especial No 4, 10 de Septiembre del 2007

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA**

Para el desarrollo tanto del inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio dentro del hospital Pablo Arturo Suárez, como del plan de gestión para los mismos, se aplicó la metodología que se describe a continuación. Para la elaboración del inventario se utilizó como guía principal el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL PABLO ARTURO SUÁREZ**

El hospital Pablo Arturo Suárez se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Quito, en la calle Angel Ludeña y Guerrero, sector Quito Norte. Su inauguración fue el 21 de julio de 1951, para la época era un hospital grande y bien equipado

En la actualidad, además de las áreas administrativas y de servicio, el hospital cuenta con las siguientes áreas médicas y de atención:

- 7 Quirófanos
- Emergencia
- Emergencia obstétrica
- Cuidados Intensivos
- Medicina Interna (hombres y mujeres)
- Post cirugía (hombres y mujeres)
- Neumología
- Gineco-obstreticia
- Neonatología
- Pediatría
- Traumatología
- Rehabilitación
- Consulta externa
- Laboratorio Clínico
- Laboratorio Patológico

El director del hospital es el doctor Francisco Crespo. El hospital es del Estado Ecuatoriano, su modalidad de atención consiste en que los pacientes compren algunos insumos para ser atendidos en el área de hospitalización, dentro de estos insumos están los termómetros manuales de mercurio.

La capacidad del hospital es de 280 camas pero en este momento está funcionado con 270 camas, es importante mencionar que las camas se encuentran solo en la zona de hospitalización, además de este servicio el hospital cuenta con servicio de emergencia donde son atendidos un promedio de 30 personas diariamente y brinda también atención de consulta externa, es decir, tiene consultorios donde se atienden diferentes especialidades médicas, aquí son atendidas 300 personas diariamente.

En el hospital cada área tiene su equipo e instrumental médico, es decir que estos insumos, en su mayoría, no son movidos fuera de cada área asignada. La diferencia entre equipo e instrumental está dada por inventario, 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.

Las licenciadas enfermeras jefes de área son las responsables de toda la parte administrativa del servicio, es decir la organización, planificación, supervisión, evaluación y control de todas las actividades de enfermería, además están a cargo de los equipos e instrumentales de su área, ellas se encargan de pedir equipos e instrumentales nuevos según las necesidades que tengan y de reportar a Proveeduría si alguno de estos se descompuso, está destruido o necesita un cambio, para que se informe a la casa comercial para su respectiva reparación o cambio.

El área de Inventario es la que se encarga de la codificación, control y registro de los equipos e instrumentales que ingresan o salen del hospital, es por esta razón que se la tomó en cuenta a pesar de que no sea un área médica.

Cuando un equipo o instrumental llega al hospital, ingresa por Inventario antes de ser llevada al área en donde fue requerido, aquí se llena un acta de entrega-recepción, se codifica y se registra al insumo nuevo.

Si el equipo o instrumental es retirado de algún área por mantenimiento o porque ya cumplió con su tiempo de vida útil, pasa primero por Proveeduría para que ellos informen a la casa comercial donde se lo compró para que vayan a ser su retiro. Una vez realizado este procedimiento el equipo o instrumental es embodegado en Inventario.

Cuando se retira un equipo o instrumental de un área ya sea porque no está en uso, está destruido o tiene que ser cambiado, las enfermeras encargadas o los custodios tienen que realizar un informe técnico de entrega que detalle las razones del retiro y lo tienen que entregar a Inventario, en base a este informe esta área hace el recibo del equipo o instrumental. Una vez ingresados se lo embodega en espera del análisis que realizará una comisión técnica formada por el director del hospital.

La comisión técnica puede estar constituida por los jefes de las áreas administrativas o de servicio, ellos son los encargados de analizar los equipos o instrumentales en base al informe técnico de entrega y mediante la elaboración de un informe indicar si estos están en condiciones de ser reparados, donados, ser vendidos como chatarra o destruidos, todo depende de las condiciones en las que se encuentre el equipo o instrumental y de las funciones del mismo.

En el caso de que la comisión técnica disponga que el equipo o instrumental puede ser reparado se informa a la casa comercial donde se lo compró para que haga el retiro del mismo, la casa comercial enviará al hospital un informe técnico donde detallará si se lo puede reparar, si hay o no repuestos o si, simplemente, este ya es obsoleto y no puede cumplir con ninguna función.

Cuando la comisión técnica indica que un equipo o instrumental esta en condiciones de ser donado, comunica a través de la prensa este listado, por ley el hospital puede donar solo a entidades públicas, escuelas y centros de salud, así que cuando los antes mencionados hacen llegar una carta de requerimiento del equipo o instrumental, la comisión técnica escoge, según el uso que se le va a dar, a quien se va a realizar la donación. El escogido debe ir a retirar el equipo o Instrumental al hospital, la comisión llena un acta de entrega-recepción y se encarga de descartar el mismo de inventario.

Hasta el momento ningún equipo o instrumental ha sido calificado para ser vendido como chatarra o destruido ya que no se ha podido conformar la comisión técnica idónea para este procedimiento, es por esta razón que los equipos e instrumentales que no fueron designados para ser reparados o donados están embodegados.

### **3.2 ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO DENTRO DEL HOSPITAL**

Para elaborar el inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio se realizaron los siguientes pasos:

1. Establecer las áreas medicas existentes en el hospital
  - Dividir al hospital por pisos
  - Identificar las áreas existentes por piso
  
2. Identificación de los equipos e instrumentales que contienen mercurio y de las áreas en que se encuentran
  - Iniciar en la planta baja del hospital
  - Visitar cada área del piso
  - Realizar una encuesta sobre la existencia o no de equipos e instrumentales que contienen mercurio a la enfermera encargada del área.
  - Verificar in situ la existencia de los equipos e instrumentales
  - Realizar el conteo físico de los equipos e instrumentales, anotando su marca
  
3. Elaboración del inventario de los equipos e instrumentales que contienen mercurio
  - Organizar la información levantada
  - Revisión del “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” elaborado por el PNUMA
  - Levantar el inventario con los datos obtenidos.

### **3.3 ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN PARA LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO**

El plan de gestión estará enfocado en los equipos e instrumentales levantados en el inventario y consta de:

1. Evaluación de la situación actual de la gestión del mercurio en el hospital
  - Riesgos a la salud
  - Riesgos al ambiente
  
2. Uso adecuado de los instrumentales que contienen mercurio encontrados en el hospital
  - Termómetros
  - Tensiómetros
  
3. Manejo correcto de los desechos que contienen mercurio que se generan en el hospital
  - Mercurio líquido
  - Termómetros rotos
  - Termómetros despostillados o resquebrajados
  - Tensiómetros con la caja plástica que protege el tubo de vidrio que contiene al mercurio rota
  - Tensiómetros con el tubo de vidrio que protege al mercurio despostillado o resquebrajado
  - Tensiómetros con el tubo de vidrio que protege al mercurio roto
  - Almacenamiento en la bodega de inventario
  - Almacenamiento en la bodega de desechos
  
4. Descripción de los riesgos que pueden producirse durante el uso de los instrumentales y el manejo de los desechos que contienen mercurio
  - Riesgo de derrame y fuga
  - Riesgo de incendio y explosión
  
5. Cronograma de ejecución de actividades propuestas
  
6. Presupuesto de implementación del plan de gestión

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 INVENTARIO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO DENTRO DEL HOSPITAL**

##### **4.1.1 Establecimiento de las áreas del hospital**

El hospital Pablo Arturo Suárez se divide en cuatro pisos, para el establecimiento de las áreas se tomó en cuenta solo las áreas médicas, es decir las áreas administrativas y de servicio (morgue, cocina, jardines, etc) no estarán contempladas en el estudio a excepción del área de inventario.

En la planta baja se encuentran las siguientes áreas:

- Emergencia
- Emergencia obstétrica
- Laboratorio Clínico
- Laboratorio Patológico
- Radiología
- Consulta externa

En el primer piso alto se encuentran las siguientes áreas:

- Unidad de Cuidados Intensivos
- Neonatología
- Sala de Operaciones
- Recuperación
- Centro Obstétrico
- Ginecología

En el segundo piso alto están instaladas las siguientes áreas:

- Cirugía Hombres
- Cirugía Mujeres
- Traumatología

En el tercer piso alto de se encuentran las siguientes áreas:

- Medicina Interna Hombres
- Medicina Interna Mujeres
- Neumología

El área de Inventario está ubicada al extremo izquierdo de la puerta principal de la edificación del hospital, esta área tiene dos divisiones; bodega y oficina.

Se tomó en cuenta este sitio ya que aquí se controla, codifica y elabora registros de todos los equipos e instrumentales que existen en el hospital.

Antes de ser llevado al área en donde se lo requiere, un equipo o instrumental nuevo ingresa por inventario para ser codificado e ingresarlo a los registros, de igual manera ocurre cuando estos salen del hospital o son retirados del área en donde funcionaban.

#### **4.1.2 Identificación de los equipos e instrumentales que contienen mercurio y de las áreas en que se localizan**

Luego de establecer las diferentes áreas que tiene el hospital se visitó cada área empezando desde la planta baja y continuando en orden ascendente con los pisos superiores.

A la enfermera encargada de cada área, en el piso visitado, se le explicó cuales son los equipos e instrumentales que contienen mercurio. Una vez finalizada la explicación se le preguntó sobre la existencia de alguno de los equipos e instrumentales mencionados en el departamento que maneja. Cuando la respuesta era positiva se preguntó cuales eran los equipos e instrumentales que se encontraban en el área y en qué cantidad. Una vez terminada la encuesta se procedió a verificar in situ la existencia de los equipos, contarlos y tomar nota de su marca. Si la respuesta era negativa se abandonaba el área.

En ningún área del hospital se encontró equipos que contengan mercurio, se identificaron solo los siguientes instrumentales:

- Tensiómetros (Anexo 1, Fotografía 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f)
- Termómetros (Anexo 1, Fotografía 2 )

Las áreas en donde se encontró instrumentales que contienen mercurio son:

En Hospitalización:

- Centro Obstétrico (Anexo 1, Fotografía 3 )
- Cirugía Hombres (Anexo 1, Fotografía 5)
- Emergencia
- Emergencia Obstétrica
- Gineco-Obstetricia
- Neonatología
- Neumología (Anexo 1, Fotografía 6)
- Traumatología (Anexo 1, Fotografía 7)
- Sala de operaciones (Anexo 1, Fotografía 4)

En Atención-Consulta Externa:

- Signos Vitales (Cardiología, Urología, Neurocirugía, Neurología y Neumología).
- Signos Vitales (Ginecología y Obstetricia)
- Signos Vitales de Traumatología
- Signos Vitales de Otorrinolaringología

Es importante mencionar que los consultorios no fueron visitados ya que por la gran cantidad de personas que van diariamente a atenderse fue imposible ingresar a los mismos a realizar el conteo. Se preguntó a las enfermeras del área de signos vitales correspondiente al consultorio que se quería visitar sobre la existencia de algún instrumental que contenga mercurio, pregunta que no supieron responder, mencionaron que en algunos consultorios había tensiómetros, en total eran cuatro, pero no sabían si eran los de mercurio por lo que a esos instrumentales no se los tomo en cuenta en el inventario.

En Inventario

- Bodega

#### **4.1.3 Elaboración del inventario de los instrumentales que contienen mercurio**

Una vez realizado el conteo de los instrumentales que contienen mercurio y luego de haber identificado las áreas en donde se encuentran, se procedió a revisar el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” elaborado por el PNUMA, de

donde se obtuvieron los principios para la cuantificación del mercurio en termómetros, la información relevante para este caso se detalla a continuación:

#### 4.1.3.1 Termómetros con Mercurio

“Los termómetros de mercurio se han usado tradicionalmente para la medición de rangos de temperatura en todo tipo de medios. Uno de los usos principales se encuentra en los termómetros médicos, la cantidad de gramos de mercurio por unidad depende del país en donde fueron fabricados.”<sup>42</sup>

Las liberaciones de mercurio pueden ocurrir en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de los termómetros con mercurio, se entiende por ciclo de vida a las etapas de producción, uso y disposición final de los termómetros. Las principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los termómetros con mercurio son:

**Tabla 4 Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los termómetros con mercurio**

Etapa de ciclo de vida	Aire	Agua	Suelo	Productos	Desechos generales	Tratamiento /disposición final
Producción	X	X	x	X		x
Uso	X	X	x			
Disposición	X		X		X	x

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

Notas: X. Vías de liberación que se espera sean predominantes en el medio receptor  
x. Otras vías de liberación a ser consideradas

“Las liberaciones pueden resultar:

1) A partir de la producción de termómetros de mercurio (al aire, el agua y el suelo) 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, el suelo) durante su uso

---

<sup>42</sup> 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

3) Durante la disposición de los termómetros después de su uso (directamente al suelo o en rellenos sanitarios 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.”<sup>43</sup>

Para el caso del Hospital Pablo Arturo Suárez, lo que interesa conocer son las liberaciones que ocurren durante el uso de termómetros con mercurio. En el hospital se utilizan una gran cantidad de termómetros sobre todo en las áreas de atención- consulta externa, esto se debe a la gran cantidad de pacientes que son atendidos diariamente en el hospital.

#### **4.1.3.1.1 Liberaciones de mercurio durante el uso de termómetros**

Debido a que los termómetros están sellados, las liberaciones de mercurio no se producen durante su uso a menos que el cuerpo del termómetro se rompa o resquebraje. Es común que los termómetros se rompan durante su uso, esto puede causar que existan grandes concentraciones de mercurio en el hospital, implicando riesgos para los pacientes más vulnerables, como los niños pequeños y ancianos.

“Cuando un termómetro se rompe el mercurio se libera a diversos medios, incluido el aire (como vapor), el suelo y las aguas residuales. La magnitud de las liberaciones a cada vía depende de los procedimientos de limpieza y otros factores.”<sup>44</sup>

Para el cálculo de las liberaciones a diferentes medios (agua, aire, suelo, etc) el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), sugiere factores por defecto de entrada y salida de mercurio según la etapa del ciclo de vida en el que se encuentren los termómetros, estos podrán ser usados si no se dispone de la información necesaria sobre el contenido de mercurio en los termómetros.

Estos factores son de gran utilidad ya que permiten obtener una idea base sobre la cantidad de mercurio que se libera en las diferentes etapas del ciclo de vida de los termómetros, pero es

---

<sup>43</sup> 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

<sup>44</sup> Ibidem, p 177

importante mencionar que los factores son resultantes de una base de datos muy limitada, es decir son elaborados en función de los datos sintetizados recopilados por el PNUMA a nivel mundial.

#### 4.1.3.1.2 Factor por defecto de entrada de mercurio

El factor de entrada de mercurio sería la cantidad de mercurio presente en cada termómetro, debido a que no se dispone de información sobre el contenido de mercurio en los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez, se ha utilizado el factor por defecto de entrada, sugerido por el instrumental.

Con este factor se puede calcular las entradas totales de mercurio durante la etapa de uso de los termómetros que lo contienen.

**Tabla 5 Factor preliminar de entrada por defecto de mercurio en los termómetros médicos**

	<b>Contenido de mercurio (g de Hg/artículo)</b>
Termómetros médicos	0,5 – 1,5

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 181

Ya que el contenido de mercurio es un intervalo, hay que elaborar el cálculo con el valor mínimo y con el valor máximo, individualmente, para la obtención de la cantidad de mercurio presente en los termómetros del hospital Pablo Arturo Suárez

Para calcular las entradas totales máximas y mínimas de mercurio, se ha elaborado un cuadro con la información levantada en las áreas en donde se ha encontrado termómetros, el número de termómetros encontrados por área y el factor mínimo y máximo de entrada.

La cantidad máxima de mercurio estará dada por la multiplicación del número total de termómetros encontrados por área con el factor de entrada máximo, y la cantidad mínima de mercurio estará dada por la multiplicación del número total de termómetros encontrados por área con el factor de entrada mínimo.

Es importante la obtención de valores máximos y mínimos porque de esta manera se puede tener una idea más global de la cantidad total de mercurio presente en los termómetros encontrados en el hospital.

A continuación se presentan las tablas donde se describen la cantidad de termómetros encontrados en cada área del hospital Pablo Arturo Suárez, además de algunos datos adicionales como marca y tiempo de vida útil.

Tabla 6 Información de los termómetros encontrados en las diferentes áreas de Hospitalización

ÁREA	INSTRUMENTAL	MARCA	NÚMERO	Tiempo de Vida Útil	Contenido mínimo de mercurio por instrumental (g)	Contenido máximo de mercurio por instrumental (g)	Cantidad mínima de mercurio en los instrumentales (g)	Cantidad máxima de mercurio en los instrumentales (g)
Centro obstétrico	TERMÓMETRO	Carlitos	18	5 años	0,5	1,5	9	27
Gineco-obstetricia	TERMÓMETRO	Carlitos	34	5 años	0,5	1,5	17	51
Neonatología	TERMÓMETRO	Carlitos	7	5 años	0,5	1,5	3,5	10,5
Neumología	TERMÓMETRO	Carlitos	10	5 años	0,5	1,5	5	15
<b>TOTAL</b>			<b>69</b>				<b>34,5</b>	<b>103,5</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

**Tabla 7 Información de los termómetros encontrados en las diferentes áreas de Atención - Consulta Externa**

ÁREA	SUB - ÁREA		Instrumental	Marca	Número	Tiempo de Vida Útil	Contenido mínimo de mercurio por instrumental (g)	Contenido máximo de mercurio por instrumental (g)	Cantidad mínima de mercurio en los instrumentales (g)	Cantidad máxima de mercurio en los instrumentales (g)
Consulta Externa	Signos Vitales	Cardiología	TERMÓMETRO	Carlitos	75	5 años	0,5	1,5	37,5	112,5
		Urología								
		Neurocirugía								
		Neurología								
		Neumología								
	Signos Vitales	Ginecología	TERMÓMETRO	Carlitos	10	5 años	0,5	1,5	5	15
		Obstetricia								
Signos Vitales	Traumatología	TERMÓMETRO	Carlitos	5	5 años	0,5	1,5	2,5	7,5	
<b>TOTAL</b>					<b>90</b>				<b>45</b>	<b>135</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

En el área de Inventario no se encontraron termómetros.

Se debe especificar que el tiempo de vida útil del instrumental está dado por la casa comercial que vendió el mismo al hospital, y es el período que se espera el termómetro dure cumpliendo con la función para la que fue elaborado.

En el caso de los termómetros se espera lleguen a cumplir 5 años sin ninguna resquebrajamiento o golpe, a este instrumental no se le realiza ningún tipo de mantenimiento o reparación, si está resquebrajado o golpeado simplemente se lo descarta.

La mayoría de termómetros no llegan a cumplir este tiempo ya que por descuido de las enfermeras que los manejan o de los pacientes, se rompen muy a menudo.

En el hospital Pablo Arturo Suárez se tiene como cantidad total máxima y cantidad total mínima de mercurio en los termómetros, los siguientes valores:

**Tabla 8 Cantidad total máxima y mínima de mercurio contenido en los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez**

<b>Áreas del Hospital</b>	<b>Cantidad mínima total de mercurio ( g )</b>	<b>Cantidad máxima total de mercurio (g)</b>
Áreas de Hospitalización	34,5	103,5
Áreas de Atención	45	135
Área de Inventario	–	–
<b>Total</b>	<b>79,5</b>	<b>238,5</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.1.3.1.3 Factores por defecto de la distribución de salida de mercurio

Los factores de salida corresponden al porcentaje de mercurio liberado directamente a cada uno de los medios receptores, del total cuantificado en el factor de entrada. Este factor esta expresado en decimales siendo 1 el 100%

**Tabla 9 Factores preliminares de distribución por defecto de la salida de mercurio a partir del uso de termómetros**

Etapa del ciclo de vida	Factores de distribución por defecto, porción de las entradas de Hg				
	Aire	Agua	Suelo	Desechos generales	Tratamiento o/ disposición final
<b>Durante el uso y la disposición</b>					
1) No hay recolección separada de termómetros o está muy limitada. Todos o casi todos los desechos generales se recogen y manejan de manera abiertamente controlada.	0,1	0,3		0,6	
2) No hay recolección separada de termómetros o está muy limitada. Abunda la recolección informal de desechos generales o simplemente no existe	0,2	0,3	0,2	0,3	
3) Recolección separada de termómetros con altas tasas de recolección. Todos o casi todos los desechos generales se recogen y manejan de manera abiertamente controlada	0,1	0,3		0,3	0,3

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 182

Los factores de la gestión número dos serán los utilizados para el cálculo de las liberaciones de mercurio a los diferentes medios receptores, ya que encaja con la gestión que el hospital Pablo Arturo Suárez da a los termómetros.

Cuando un termómetro se rompe en el hospital las enfermeras solo recogen el vidrio resultante de la ruptura, el mercurio se lo deja en el lugar donde se rompió el termómetro, por ende no se lo recoge. El metal no recogido del termómetro tiene la posibilidad de esparcirse por contacto con las personas u objetos que circulen por el sitio en donde este se rompió, de evaporarse y de ser transportado en las escobas, trapeadores, trapos utilizados por el personal de limpieza, teniendo como destino final el suelo, aire, agua y los desechos comunes del hospital.

Cuando el termómetro se resquebraja, es depositado junto con los desechos generales del hospital, es decir se lo desecha como residuo común.

#### **4.1.3.1.4 Cuantificación de la liberación de mercurio a los diferentes medios receptores para la etapa de uso de los termómetros**

Para el caso del Hospital Pablo Arturo Suárez se ha identificado que las liberaciones de mercurio ocurren durante la etapa de uso de los termómetros que lo contienen. Para el cálculo de las liberaciones se utilizó la ecuación dada por el instrumental elaborado por el PNUMA.

Las liberaciones se calculan para cada medio receptor identificado, por lo tanto la cantidad de mercurio liberado en el aire, agua, suelo y desechos generales se obtiene de la siguiente manera:

**Tabla 10 Liberaciones según la cantidad mínima total de mercurio que contienen los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez**

<b>Liberaciones al aire por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g) <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> 79,5	x	Factor de distribución <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> 0,2	=	<b>Gramos de mercurio</b> <hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> <b>15,9</b>
--	---	---	---	---	---	---

<b>Liberaciones al agua por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		79,5		0,3		23,85

<b>Liberaciones al suelo por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		79,5		0,2		15,9

<b>Liberaciones a los desechos generales por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		79,5		0,3		23,85

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

**Tabla 11 Liberaciones según la cantidad máxima total de mercurio que contienen los termómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez**

<b>Liberaciones al aire por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		238,5		0,2		47,7

<b>Liberaciones al agua por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		238,5		0,3		71,55

<b>Liberaciones al suelo por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		238,5		0,2		47,7

<b>Liberaciones a los desechos generales por uso de termómetros</b>	=	Entrada total (g)	x	Factor de distribución	=	<b>Gramos de mercurio</b>
		238,5		0,3		71,55

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Las liberaciones de mercurio más altas tanto para las cantidades totales máximas como para las mínimas se dan en los medios receptores agua y desechos generales.

Esto se debe a que cuando se rompe un termómetro, el mercurio que sale de este no es recogido, se lo deja en el sector donde ocurrió la rotura, al ser este sector parte de un hospital, esta expuesto a una continua limpieza y desinfección. El mercurio es recogido en los implementos de limpieza que luego serán lavados y desinfectados, liberándose así el mercurio al agua.

Cuando un termómetro se resquebraja es depositado junto con los desechos comunes del hospital, no se los dispone como residuo peligroso, es de esta forma en que ocurre la liberación de mercurio a los desechos generales.

#### 4.1.3.2 Tensiómetros con mercurio

Los tensiómetros con mercurio son utilizados como medidores de presión sanguínea en el sector de la salud, la cantidad de gramos de mercurio por unidad depende del país en donde fueron fabricados.

Al igual que en los termómetros, las liberaciones de mercurio pueden ocurrir en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de los tensiómetros con mercurio. Las principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los tensiómetros con mercurio son:

**Tabla 12 Principales liberaciones y medios receptores durante el ciclo de vida de los tensiómetros con contenido de mercurio**

<b>Etapas de ciclo de vida</b>	<b>Aire</b>	<b>Agua</b>	<b>Suelo</b>	<b>Productos</b>	<b>Desechos generales</b>	<b>Tratamiento /disposición final</b>
Producción	x	x		<b>X</b>	x	x
Uso	x	<b>X</b>	x			
Disposición					<b>X</b>	<b>X</b>

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

Notas: X. Vías de liberación que se espera sean predominantes en el medio receptor  
 x. Otras vías de liberación a ser consideradas

“Las liberaciones pueden tener lugar:

1) A partir de la producción de tensiómetros con contenido de mercurio (al aire, el agua y el suelo), 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, el suelo) durante su uso

3) Durante la disposición del mercurio con o sin tensiómetros después de su uso (directamente al suelo o rellenos sanitarios, y posteriormente al agua y el aire).”<sup>45</sup>

Para el caso del Hospital Pablo Arturo Suárez, lo que interesa conocer son las liberaciones que ocurren durante el uso de los tensiómetros con mercurio. En el hospital se utilizan algunos tensiómetros con mercurio; la cantidad ha ido disminuyendo comparado con años anteriores debido a que han empezado a comprar tensiómetros aneroides en lugar de los de mercurio.

El motivo del cambio es debido a que los tensiómetros aneroides son más fáciles de utilizar, por lo que, según el área donde se lo requiera, el hospital prefiere comprar esta alternativa.

#### **4.1.3.2.1 Liberaciones de mercurio durante el uso de tensiómetros**

El mercurio, en los tensiómetros, está contenido en un reservorio que se encuentra dentro de un tubo de vidrio transparente que está fijado a un estuche de plástico que lo protege, por lo que se encuentra totalmente sellado, consecuentemente, las liberaciones de mercurio no se producen durante su uso a menos que el estuche se rompa y el tubo se resquebraje o destroz, situación que no es frecuente.

Cuando un tensiómetro se rompe, el mercurio se libera a diversos medios, incluido el aire (como vapor), el suelo y las aguas residuales. La magnitud de las liberaciones a cada vía depende de los procedimientos de limpieza y otros factores.

---

<sup>45</sup> 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

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 no es posible calcular las liberaciones de mercurio a los diferentes medios.

#### **4.1.3.2.2 Contenido de mercurio en los tensiómetros**

Para calcular la cantidad máxima y mínima de mercurio en los tensiómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez se ha utilizado dos fuentes para obtener el valor mínimo y el valor máximo.

La primera fuente fue INTERMÉDICA, la casa comercial que vende este instrumental al hospital, esta informó que el tubo de vidrio y el reservorio del tensiómetro se llenan con dos frascos de 25 gramos aproximadamente, se utilizó este valor como el mínimo

La segunda fuente fue el instrumental elaborado por el PNUMA, del que se tomó el valor de 85 gramos, el cual se lo uso como el máximo.

Se ha elaborado un cuadro con la información levantada de las áreas en donde se ha encontrado tensiómetros, el número de tensiómetros encontrados por área y el valor máximo y mínimo encontrados. La cantidad máxima de mercurio estará dada por la multiplicación del número total de tensiómetros encontrados por área con el valor máximo, y la cantidad mínima de mercurio estará dada por la multiplicación del número total de tensiómetros encontrados por área con el valor mínimo.

Es importante la obtención de valores máximos y mínimos porque de esta manera se puede tener una idea más global de la cantidad total de mercurio presente en los tensiómetros encontrados en el hospital.

**Tabla 13 Información de los tensiómetros encontrados en las diferentes áreas de Hospitalización**

ÁREA	INSTRUMENTAL	MARCA	NÚMERO	Tiempo De Vida Útil	Contenido mínimo de mercurio por instrumental (g)	Contenido máximo de mercurio por instrumental (g)	Cantidad mínima de mercurio en los instrumentales (g)	Cantidad máxima de mercurio en los instrumentales (g)
Centro Obstétrico	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	3	1 año	50	85	150	255
Cirugía Hombres	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	1	1 año	50	85	50	85
Emergencia	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Tycos	1	1 año	50	85	50	85
Emergencia Obstetra	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	1	1 año	50	85	50	85
Gineco-Obstetricia	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Empire	2	1 año	50	85	100	170
Traumatología	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	2	1 año	50	85	100	170
Sala de Operaciones	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	2	1 año	50	85	100	170
	Tensiómetro de mercurio de pared	Riester	1	1 año	50	85	50	85
TOTAL			13				650	1105

Elaborado por: Cristina Andrade Silva,2008

**Tabla 14 Información de los tensiómetros encontrados en las diferentes áreas de Atención - Consulta Externa**

ÁREA	SUB - ÁREA		INSTRUMENTAL	MARCA	NÚMERO	TIEMPO DE VIDA ÚTIL (Esperado)	Contenido mínimo de mercurio por instrumental (g)	Contenido máximo de mercurio por instrumental (g)	Cantidad mínima de mercurio en los instrumentales (g)	Cantidad máxima de mercurio en los instrumentales (g)
Consulta Externa	Signos Vitales	Cardiología	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	1	1 año	50	85	50	85
		Urología								
		Neurocirugía								
		Neurología								
		Neumología								
	Signos Vitales	Traumatología	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	1	1 año	50	85	50	85
Signos Vitales	Otorrinolaringología	Tensiómetro de mercurio de pedestal	Riester	1	1 año	50	85	50	85	
				<b>TOTAL</b>	<b>3</b>				<b>150</b>	<b>255</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

**Tabla 15 Información de los tensiómetros encontrados en el área de Inventario**

<b>ÁREA</b>	<b>INSTRUMENTAL</b>	<b>MARCA</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>Contenido mínimo de mercurio por instrumental (g)</b>	<b>Contenido máximo de mercurio por instrumental (g)</b>	<b>Cantidad mínima de mercurio en los instrumentales (g)</b>	<b>Cantidad máxima de mercurio en los instrumentales (g)</b>
Bodega	Tensiómetro de Mercurio de Pedestal	Riester	5	50	85	250	425

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Es importante mencionar que el tiempo de vida útil del instrumental depende de la garantía con la que se compró el mismo, esta garantía esta dada por la casa comercial que vendió el instrumental al hospital. Para el caso de los tensiómetros la garantía o tiempo de vida útil es un año, pero según registros revisados, estos instrumentales no llegan a ese tiempo por dos razones: por un uso excesivo y continuo debido a la gran cantidad de pacientes que el hospital recibe diariamente y por mal manejo del instrumental.

Si el instrumental llegó a cumplir el año, se le hace mantenimiento y reparaciones para que este siga en funcionamiento. Es importante mencionar que los daños que sufren los tensiómetros son externos por ejemplo rotura de brazaletes, de la bomba de caucho o del estuche que protege al tubo de vidrio que contiene el mercurio, no se han registrado casos de rotura de este vidrio. El mantenimiento que se realiza al tensiómetro es básicamente de calibración y es por esta razón que el tiempo de vida útil es de un año ya que pasado este tiempo el instrumento se descalibra. El mercurio contenido en el tubo de vidrio no pierde sus propiedades físicas con el tiempo debido a que es un elemento, es por esto que mientras el elemento se encuentre debidamente encapsulado puede ser utilizado en el tensiómetro por tiempo indefinido.

En el hospital Pablo Arturo Suárez se tiene como cantidad total máxima y cantidad total mínima de mercurio en los tensiómetros, los siguientes valores:

**Tabla 16 Cantidad total máxima y mínima de mercurio contenido en los tensiómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez**

<b>Áreas del Hospital</b>	<b>Cantidad mínima total de mercurio (g)</b>	<b>Cantidad máxima total de mercurio (g)</b>
Áreas de Hospitalización	650	1105
Áreas de Atención	150	225
Área de Inventario	250	425
<b>Total</b>	<b>1050</b>	<b>1755</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.1.3.3 Cantidad total de mercurio presente en el hospital Pablo Arturo Suárez

Se calculó una cantidad total máxima y una cantidad mínima de mercurio de los termómetros y tensiómetros encontrados en el hospital Pablo Arturo Suárez ya que se trató de cubrir el intervalo más amplio posible, que se ajuste a la realidad conocida gracias a los datos recopilados en el instrumental elaborado por el PNUMA.

Este rango no discrimina los contenidos mínimos ni máximos sino que los abarca, de esta manera se tiene una idea global de los posibles contenidos de mercurio en los instrumentales encontrados, en lugar de utilizar un promedio que no refleja la situación real del hospital.

Las cantidades totales máximas y mínimas encontradas en el hospital son las siguientes:

**Tabla 17 Cantidades totales máximas y mínimas de mercurio encontradas en el hospital Pablo Arturo Suárez**

<b>TERMÓMETROS</b>		
<b>Áreas del Hospital</b>	<b>Cantidad mínima total de mercurio ( g )</b>	<b>Cantidad máxima total de mercurio (g)</b>
Áreas de Hospitalización	34,5	103,5
Áreas de Atención	45	135
Área de Inventario	–	–
<b>Total</b>	<b>79,5</b>	<b>238,5</b>
<b>TENSIÓMETROS</b>		
<b>Áreas del Hospital</b>	<b>Cantidad mínima total de mercurio ( g )</b>	<b>Cantidad máxima total de mercurio (g)</b>
Áreas de Hospitalización	650	1105
Áreas de Atención	150	225
Área de Inventario	250	425
<b>Total</b>	<b>1050</b>	<b>1755</b>

<b>CANTIDAD TOTAL DE MERCURIO EN EL HOSPITAL</b>		
<b>Instrumental</b>	<b>Cantidad mínima total de mercurio (g)</b>	<b>Cantidad máxima total de mercurio (g)</b>
Termómetros	79,5	238,5
Tensiómetros de mercurio	1050	1755
<b>TOTAL</b>	<b>1129,5</b>	<b>1993,5</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Los valores encontrados entre los dos límites dados, tienen una magnitud bastante grande ya que, para el caso del mercurio, un gramo es una cantidad considerable debido a los efectos que este produce en la salud y el ambiente.

#### **4.2 PLAN DE GESTIÓN PARA LOS INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO EN EL HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ**

En el inventario levantado en el hospital, se identificó que los instrumentales que contienen mercurio, son los tensiómetros y termómetros. La cantidad total de mercurio contenido en estos instrumentales es bastante alta y, por las características tóxicas y peligrosas que este elemento presenta, es de vital importancia desarrollar un plan de gestión que contenga medidas de control y reducción de la contaminación en actividades que impliquen el uso, recolección, almacenamiento y disposición final de estos instrumentales, así como también la manera de actuar en el caso de una contingencia, de manera que se garantice un manejo ambientalmente seguro de estos.

##### **4.2.1 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN EL HOSPITAL**

En el Hospital Pablo Arturo Suárez no existe un plan de gestión aplicable a los instrumentales que contienen mercurio. Los termómetros y tensiómetros no son considerados productos potencialmente peligrosos y por lo tanto el manejo de estos no es el adecuado.

Durante su uso, los termómetros no son manejados de manera correcta, estos están contenidos de manera vertical, sin ninguna protección individual, en recipientes plásticos (Anexo 1, Fotografía 2). La razón principal de rotura de los termómetros es por descuido del personal de salud y muchas veces de los pacientes.

Cuando un termómetro se rompe en el hospital, el personal de salud solo limpia el vidrio resultante de la ruptura, el mercurio se lo deja en el lugar donde se rompió el termómetro, es decir no se lo recoge.

El metal no recogido del termómetro se esparce a otros sectores por contacto con las personas u objetos que circulan por el sitio, se evapora y se transporta en las escobas, trapeadores y limpiadores utilizados por el personal de limpieza, teniendo como destino final el suelo, aire, agua y los desechos comunes del hospital.

El metal derramado, al no ser recogido, representa una fuente de exposición grave y permanente de niveles de contaminación por mercurio potencialmente peligrosos, para los pacientes y personal de salud.

Cuando el termómetro se resquebraja, es depositado junto con los desechos generales del hospital, por lo tanto su disposición final no es la adecuada.

El hospital no tiene información detallada sobre la cantidad de termómetros que posee, es decir no llevan registros del número de termómetros que están en uso, de los que se rompieron o de los que se resquebrajaron, esto demuestra que en el hospital no existe un uso controlado de termómetros y que desconoce la cantidad de estos que desechan al igual que el periodo en el que lo hacen.

El manejo de los tensiómetros durante su uso es diferente al de los termómetros, estos instrumentales son almacenados de manera vertical en contacto directo con el piso (Anexo 1, Fotografía 1f) en habitaciones específicamente destinadas para este fin en casi todas las áreas del hospital. Esta forma de almacenamiento reduce la posibilidad de rotura del instrumental, motivo por el cual este suceso ha ocurrido muy eventual y puntualmente.

El problema de los tensiómetros radica al momento de su almacenamiento en la bodega de inventario, los instrumentales están guardados en espera de la comisión técnica conformada por el hospital, la cual tiene que calificar las condiciones en las que este se encuentra para, según eso, asignarle su disposición final.

La manera en la que se almacenan los tensiómetros no es la adecuada, los instrumentales están apilados sin un orden específico junto con otros equipos, no tienen ninguna protección y son susceptibles a romperse. La bodega no reúne las condiciones de un lugar seguro de almacenamiento de instrumentales que contienen un metal tóxico y peligroso como el mercurio.

En el hospital no se han desarrollado medidas de actuación en una contingencia por mercurio, es decir no tienen procedimientos específicos que deben cumplir en caso de que el metal se derrame, por ejemplo.

En el personal de salud que trabaja en el hospital, no existe una concienciación sobre la peligrosidad del mercurio, es por este motivo que realizan un manejo inadecuado del mismo y de los instrumentales que lo contienen, ya que no están al tanto de los efectos contraproducentes que el elemento causa en la salud del ser humano.

En base a lo descrito anteriormente se pueden identificar riesgos a la salud y al ambiente, derivados del inadecuado manejo de los instrumentales que contienen mercurio.

#### **4.2.1.1 Riesgos a la salud**

El riesgo a la salud que se identifica en el hospital es la exposición del personal que labora en el mismo y de los pacientes, a los vapores de mercurio producidos por la volatilización del mercurio elemental que se derrama cuando los termómetros se rompen.

Este es un riesgo alto ya que la inhalación por nariz, boca o piel de vapores de mercurio, es la principal vía de exposición a estos. Los vapores ingresan fácilmente al torrente sanguíneo y se distribuyen rápidamente a todo el cuerpo pudiendo causar los siguientes efectos:

- Afectación en el aparato respiratorio (congestión, edema pulmonar, tos, neumonitis intersticial e insuficiencia respiratoria)
- Alteraciones en el sistema cardiovascular (taquicardia, elevación de la presión sanguínea tanto sistólica como diastólica y palpitaciones)
- Trastornos neurológicos y de comportamiento (temblores, labilidad emocional, insomnio, pérdida de la memoria, sensación de dientes que flotan y dolor en los mismos, pérdida de apetito y peso, cambios en el sistema neuromuscular y dolores de cabeza)

- Afectación en los riñones (nefritis y nefrosis )
- Efectos severos en mujeres embarazadas (abortos espontáneos, disminución de la fertilidad) y sus fetos (niños de bajo peso al nacer, anomalías congénitas, malformaciones) <sup>46</sup>

#### **4.2.1.2 Riesgos al ambiente**

El inadecuado almacenamiento en la bodega de los tensiómetros inservibles al igual que la incorrecta disposición de los termómetros resquebrajados y la no recolección del mercurio derramado de un termómetro roto, constituyen riesgos al ambiente

Las posibles afectaciones causadas por estos inadecuados procedimientos se detallan a continuación:

- Aire: contaminación por vapores de mercurio producidos por la volatilización del mercurio elemental
- Agua: contaminación debido al lavado de materiales de limpieza contaminados con mercurio
- Suelo: contaminación causado por el transporte de mercurio líquido en calzado, materiales médicos y materiales de limpieza

Debido a los riesgos identificados causados por el mal manejo de los instrumentales que contienen mercurio, durante su uso y disposición final, se desarrolló el siguiente plan de gestión donde se describen medidas que deben ser realizadas durante la ejecución de esas actividades con el fin de reducir los riesgos encontrados.

#### **4.2.2 Objetivos:**

Los objetivos que se contemplan en el Plan de Gestión son los siguientes:

- Aplicar acciones, procedimientos y especificaciones técnicas, con el propósito de identificar y formular medidas apropiadas para prevenir, mitigar y controlar los impactos adversos sobre la salud y el ambiente que se puedan generar durante la

---

<sup>46</sup> Cfc, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, Diciembre de 2002, p 38- 45

realización de las diferentes actividades que impliquen la manipulación de los instrumentales que contienen mercurio.

- Garantizar el seguimiento de las medidas propuestas.

### **4.2.3 USO ADECUADO DE LOS INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO**

Se define su uso cuando el instrumental está cumpliendo con la función para la que fue fabricado, y abarca las actividades de utilización y almacenamiento del mismo.

Debido a que en el hospital se identificaron dos tipos de instrumentales que contienen mercurio: termómetros y tensiómetros, es preciso dar procedimientos para un correcto manejo de cada uno de ellos.

#### **4.2.3.1 Termómetros**

##### **Objetivo**

- Reducir la frecuencia de roturas de termómetros durante su utilización
- Dar un adecuado almacenamiento a los termómetros

##### **Responsable**

Las encargadas del cumplimiento de este procedimiento serán las licenciadas enfermeras jefes de área

##### **Utilización**

Los termómetros deben ser utilizados, por el personal de salud, con delicadeza y sumo cuidado, puesto que al ser de vidrio son instrumentales sumamente frágiles y susceptibles a despostillamiento, resquebrajamiento y rotura.

Antes de utilizar los termómetros, el personal de salud debe verificar que estos estén en óptimo estado, si los instrumentales están despostillados o resquebrajados se los debe descartar.

El personal de salud debe ser muy cuidadoso al introducir el termómetro por vía oral para evitar que este impacte en la dentadura del paciente y sufra algún daño, igual medida aplicará al sacarlo de la boca

También debe recomendar al aquejado, mantener la boca cerrada cuando el instrumental este dentro, ya que al permanecer la boca entreabierto el termómetro puede caerse y romperse.

En caso de que el instrumental sea introducido vía rectal el personal de salud debe tomar las precauciones necesarias a fin de evitar que el termómetro se caiga o salga expulsado intempestivamente, ejerciendo presión manual sobre los glúteos si paciente es un infante o un adulto en estado de inconsciencia.

Por ningún motivo se deben utilizar termómetros resquebrajados o despostillados en la atención a los pacientes ya que el mercurio puede fugarse del instrumental sin ser notado causando graves consecuencias. Es mejor descartar este instrumental.

### **Almacenamiento**

Una vez finalizada su utilización y desinfección, los termómetros deben ser guardados en el estuche en el que vinieron al momento de ser comprados y se los almacenará de manera vertical en los recipientes plásticos usados en el hospital para este fin.

Es importante guardar los termómetros en el estuche ya que la fricción continúa entre estos y el golpeteo constante del reservorio de mercurio sobre la base del recipiente plástico, incrementa las posibilidades de despostillamiento, resquebrajamiento o rotura del instrumental.

No se debe dejar los termómetros sin protección individual sobre superficies planas o en lugares no destinados para su almacenamiento, ya que estos pueden ser desplazados al suelo inintencionalmente, rompiéndose.

El personal encargado de este instrumental en cada área, debe llenar un registro donde se detalle el número de termómetros que se rompieron, resquebrajaron y despostillaron al año, y las causas que produjeron este acontecimiento. De esta manera se podrá evaluar si las medidas adoptadas redujeron o no la frecuencia de rotura, resquebrajamiento y despostillamiento.

Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 1

Es importante que estas medidas sean difundidas a manera de capacitación a todo el personal de salud, para que las apliquen de manera correcta y así disminuya la frecuencia de rotura, resquebrajamiento y despostillamiento de los termómetros durante su utilización y almacenamiento. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 18 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Utilización y Almacenamiento de Termómetros**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Utilización y almacenamiento de termómetros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de termómetros durante su uso / Número de charlas programadas</li> <li>▪ Utilización de estuches individuales para almacenamiento de termómetros en cada área médica identificada</li> <li>▪ Registro de termómetros dañados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de capacitación</li> <li>▪ Fotografía de los recipientes plásticos conteniendo los termómetros con estuches en cada área médica identificada</li> <li>▪ Registro de termómetros dañados</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.3.2 Tensiómetros

##### Objetivo

- Mejorar el manejo actual durante la utilización y almacenamiento de los tensiómetros en el hospital

##### Responsable

Las encargadas del cumplimiento de este procedimiento serán las licenciadas enfermeras jefes de área

##### Utilización

Los tensiómetros en el hospital son utilizados de manera aceptable, motivo por el cual la rotura o resquebrajamiento del instrumental ha ocurrido muy eventual y puntualmente.

## Almacenamiento

Los tensiómetros son almacenados de manera vertical en contacto directo con el piso en habitaciones específicamente destinadas para este fin en casi todas las áreas del hospital. La forma en la que se da el almacenamiento es la adecuada pero se la debe aplicar en todas las áreas identificadas en el hospital donde se encontraron tensiómetros.

Es importante que estos instrumentales sean guardados en un lugar específico para esto y que no sean ubicados en sectores donde haya mucho movimiento, ya que los tensiómetros pueden ser desplazados al suelo inintencionalmente causando su rotura o resquebrajamiento.

**Tabla 19 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Utilización y Almacenamiento de Tensiómetros**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Utilización y almacenamiento de tensiómetros	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Implementación de lugares óptimos de almacenamiento de tensiómetros en todas las áreas del hospital en donde estos están en funcionamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fotografía de los lugares de almacenamiento</li></ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

### 4.2.4 MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO

Se define como manejo de desechos a “las operaciones de recolección, envasado, etiquetado y almacenamiento de los instrumentales que contienen mercurio al ser desechos peligrosos, y del mercurio por si solo cuando se derrama de los instrumentales al ser desecho tóxico.”<sup>47</sup>

Las medidas aquí descritas serán aplicadas durante al ejecución de estas operaciones dentro del hospital, es decir son elaboradas para el manejo de los desechos dentro del establecimiento. Es importante establecer la diferencia entre desecho peligroso y desecho tóxico.

Desechos peligrosos son:

---

<sup>47</sup> Texto Unificado De Legislación Ambiental, Libro VI de la Calidad Ambiental, Titulo V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Capítulo I Disposiciones Generales, Sección I Glosario de Términos Registro Oficial Edición Especial No 2 del 31 de marzo de 2003, p 254

- Los tensiómetros que estén en óptimas condiciones físicas y sean dados de baja por el hospital, es decir ya no se los va a utilizar dentro de las diferentes áreas médicas.
- Los termómetros despostillados o resquebrajados
- Los tensiómetros en los que la caja plástica que protege el tubo que contiene al mercurio esté rota
- Los tensiómetros en los que el tubo que contiene al mercurio, esté resquebrajado o despostillado.
- Los termómetros rotos y tensiómetros en los que el tubo que contiene al mercurio esté roto

Se los considera desechos peligrosos porque “contienen un metal (mercurio) con características tóxicas y corrosivas que representa un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente.”<sup>48</sup>

El mercurio, cuando ya no está encapsulado en los tubos de vidrio, es considerado desecho tóxico y corrosivo. Es tóxico ya “que puede producir algún efecto nocivo en un sistema biológico, daño a sus funciones o la muerte en cualquier cantidad, concentración o dosis relatada, para cualquier período de tiempo”.<sup>49</sup> Es corrosivo ya “que puede irritar los tejidos corporales expuestos, provoca daño cuando entra en contacto con la piel, ojos, tracto respiratorio o tracto digestivo, además ataca a algunos metales como el oro y la plata.”<sup>50</sup>

Se detallarán medidas para un correcto manejo de los termómetros, tensiómetros y del mercurio por separado.

#### **4.2.4.1 Mercurio Líquido**

El mercurio puede derramarse cuando un termómetro se rompe y cuando el tubo de vidrio que contiene al mercurio en un tensiómetro se rompe. Este metal es tóxico y peligroso debido a

---

<sup>48</sup> Texto Unificado De Legislación Ambiental, Libro VI de la Calidad Ambiental, Título V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Capítulo I Disposiciones Generales, Sección I Glosario de Términos Registro Oficial Edición Especial No 2 del 31 de marzo de 2003, p 253

<sup>49</sup> Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas, Enero del 2001, p 1

<sup>50</sup> <http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/corrosive/corrosiv.html>

sus características físico- químicas, razón por la cual su manejo debe realizarse con extremo cuidado.

### **Objetivos**

- Ejecutar correctamente las diferentes actividades de manejo del mercurio como desecho, para evitar que éste produzca afectaciones a la salud de los pacientes y personal que trabaja en el hospital.
- Tener un control de la cantidad de mercurio que maneja el hospital como desecho.

### **Envasado y etiquetado**

Envasado es la acción de introducir el mercurio en un recipiente, para evitar su dispersión y facilitar su manejo. Etiquetado es la acción de rotular los recipientes que serán utilizados durante el envasado

Este procedimiento debe aplicarse conjuntamente con el manejo de termómetros rotos o con el manejo de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto, según fuera el caso.

### **Responsable**

Las encargadas del cumplimiento de este procedimiento serán las licenciadas enfermeras jefes de área

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Recipientes plásticos irrompibles con tapa, pequeños y herméticos, por ejemplo los tarritos empleados para película fotográfica de 35 mm, no usar vidrio ya que es un material muy frágil. Los recipientes plásticos deben ser de buena calidad, fabricados y cerrados de tal forma que en condiciones normales de manejo no pueda haber ningún escape o fuga debido a cambios de temperatura, humedad y presión
- Guantes de latex
- Mandil
- Cinta adhesiva
- Tiras de cartón pequeñas
- Tiras de papel

- Fundas plásticas medianas (20 cm x 15 cm aproximadamente), con un espesor de mínimo 30 micrómetros. Comprobar que no tenga orificios por donde pueda salir aire
- Fundas plásticas pequeñas (15 cm x 10 cm aproximadamente), con un espesor de mínimo 30 micrómetros. Comprobar que no tenga orificios por donde pueda salir aire
- Etiquetas autoadhesivas grandes y pequeñas
- Tijeras
- Linterna
- Marcador permanente negro
- Optativo: azufre en polvo, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista

El procedimiento se realizará de la siguiente manera:

1. Evacuar a todas las personas del área en donde se encuentra el termómetro roto, es importante que esta evacuación se la haga inmediatamente después de sucedida la rotura, ya que el mercurio empieza a volatilizarse a temperatura ambiente emanando vapores tóxicos para los seres humanos.
2. Cerrar las puertas de acceso al área contaminada para evitar dispersión de los vapores de mercurio hacia el resto del hospital.
3. Abrir las ventanas del área para ventilar el lugar en donde se rompió el termómetro, esto es para disipar los vapores de mercurio fuera del área y refrescar la temperatura del lugar.
4. Rotular una funda plástica mediana con el siguiente texto: “**CAUTION DESECHOS PELIGROSOS: DESECHOS CON MERCURIO**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva grande para este fin.
5. Rotular un recipiente de plástico con el siguiente texto: “**CAUTION DESECHO TÓXICO: MERCURIO LÍQUIDO**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva pequeña para este fin.
6. Rotular una funda plástica pequeña con el siguiente texto: “**CAUTION DESECHO TÓXICO: MERCURIO LÍQUIDO**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva pequeña para este fin.
7. Rotular una funda plástica pequeña con el siguiente texto: “**CAUTION DESECHOS PELIGROSOS: CINTAS ADHESIVAS CON MERCURIO**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva pequeña para este fin.

8. Sacarse las joyas de las manos y las muñecas para evitar que el mercurio se amalgame (combine) con los metales preciosos
9. Ponerse guantes de latex
10. Ponerse la bata o mandil
11. Abrir la tapa del recipiente
12. Cortar pedazos de cinta adhesiva
13. Doblar el papel a manera de pala para recoger el mercurio
14. Localizar las gotas de mercurio.
15. Utilizar una tira de cartón para empujar las gotas de mercurio hacia el pedazo de papel antes doblado. Realizar movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable.
16. Poner las gotas recogidas dentro del recipiente plástico
17. Cerrar la tapa del recipiente y sellarlo con cinta adhesiva
18. Colocar el recipiente plástico en la funda plástica pequeña rotulada **“CUIDADO DESECHO TÓXICO: MERCURIO LÍQUIDO”**
19. Amarrar la funda y sellarla con cinta adhesiva
20. Separar esta funda pequeña que contiene al mercurio para evitar que se confunda con el resto de residuos y continuar con los pasos siguientes.
21. Colocar la tira de cartón y el papel en la funda plástica mediana rotulada
22. Tomar la linterna, ubicarla en un ángulo bajo lo más cercano al lugar donde se rompió el termómetro y buscar el brillo de las gotas de mercurio que puedan haber quedado pegadas en la superficie o en las pequeñas hendiduras.
23. Utilizando un pedazo de cinta adhesiva recolectar las gotas sobrantes
24. Envolver la cinta y colocarla en la funda pequeña rotulada **“CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS: CINTAS ADHESIVAS CON MERCURIO”**
25. Repetir este paso hasta cubrir la superficie donde se rompió el instrumental.
26. Amarrar la funda pequeña y sellarla con cinta adhesiva para que no la puedan abrir.
27. Colocar la funda pequeña dentro de la funda mediana rotulada
28. Paso optativo: utilizar pequeñas cantidades de azufre en polvo para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. El uso de azufre hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que cambia de color de amarillo a marrón cuando entra en contacto con el metal y suprime los vapores del mercurio. Nota: El azufre en polvo puede manchar las telas de un color oscuro. Cuando utilice azufre en polvo, no respire cerca del polvo ya que puede resultar

moderadamente tóxico. Además, antes de emplearlo, debe leer y comprender toda la información acerca del manejo del producto. Recoger las gotas con cinta adhesiva y depositarla en un recipiente plástico debidamente rotulado con el siguiente texto: **“CUIDADO DESECHO PELIGROSO: CINTAS ADHESIVAS CON AZUFRE EN POLVO Y MERCURIO”**. Cerrar el recipiente plástico y sellarlo con cinta adhesiva, colocarlo en la funda plástica mediana rotulada

29. Sacarse los guantes con mucho cuidado, colocarlos dentro de la funda plástica mediana rotulada
30. Cerrar la funda plástica mediana con fuerza para que quede lo mas hermética posible, esto es con el fin de que si se producen vapores de mercurio queden contenidos en la funda, razón por la cual esta no debe tener ningún orificio por donde pueda salir el aire.
31. Colocar la funda plástica mediana dentro del recipiente plástico con tapa que va a ser utilizado para el envasado de termómetros rotos, procedimiento que se describirá posteriormente
32. Enroscar la tapa del recipiente a fin de sellarlo completamente. Guardar el recipiente siguiendo los pasos descritos en el procedimiento de envasado de termómetros rotos.
33. Sacarse la bata o mandil y mandarlo a lavar.
34. Llamar al personal de limpieza para que lleve la funda plástica pequeña que contiene al mercurio a la bodega de almacenamiento de desechos

**Tabla 20 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Envasado del Mercurio Líquido**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Envasado del mercurio líquido	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kit de envasado de mercurio que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotografía del kit de envasado de mercurio</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

### **Recolección y transporte**

Recolección es la acción de transferir del área médica en donde se derramó, el mercurio líquido envasado, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento.

Este desecho no debe permanecer en el área médica sino que debe ser trasladado de inmediato a la bodega de almacenamiento de desechos, razón por la cual no se puede establecer una frecuencia de recolección.

### **Responsable**

El encargado del cumplimiento de este procedimiento será el jefe del personal de limpieza

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Fundas plásticas rojas medianas (30 cm x 20 cm aproximadamente) con un espesor de mínimo 30 micrómetros. Comprobar que no tenga orificios por donde pueda salir aire
- Etiquetas adhesivas grandes
- Marcador permanente negro
- Equipo de seguridad utilizado para la recolección de desechos (guantes de caucho, mascarilla, overol para cubrir la ropa)

El procedimiento se lo debe realizar de la siguiente manera:

1. Ponerse el equipo de seguridad
2. Tomar una funda roja y rotularla con el siguiente texto “**CUIDADO DESECHO TÓXICO: MERCURIO LÍQUIDO**”, utilizar una etiqueta adhesiva para este fin
3. Llevar la funda roja al área donde se recogerá el desecho tóxico
4. El personal de limpieza designado para realizar esta operación debe tener extremo cuidado al momento de manipular los desechos
5. Depositar en ésta la funda plástica pequeña que contiene el recipiente con mercurio
6. Cerrar y sellar la funda roja
7. Transportar la funda a la bodega de almacenamiento de desechos
8. Sacarse el equipo de seguridad para que sea descartado o lavado

Una vez finalizada la recolección, el responsable llenará un registro en donde se detallará la fecha de la recolección de la funda y el área de donde fue retirada. Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 2

**Tabla 21 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Recolección del Mercurio Líquido**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Recolección del mercurio líquido	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de recolección de mercurio líquido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de recolección de mercurio líquido</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Es importante que estos procedimientos sean difundidos a manera de capacitación a todo el personal de salud y de limpieza, para que realicen el manejo de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 22 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección del Mercurio Líquido**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Envasado y Recolección del mercurio líquido	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo del mercurio derramado y de los desechos con mercurio/ Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.2.4.2 Termómetros rotos**

Aquí únicamente se describe el manejo del vidrio resultante de la ruptura del termómetro, el manejo del mercurio se detalló anteriormente.

#### **Objetivo**

- Ejecutar correctamente las diferentes actividades de manejo de los termómetros rotos ya que son desechos peligrosos, protegiendo de esta manera la salud de los pacientes y personal que trabaja en el hospital.
- Tener un control de la cantidad de termómetros rotos que maneja el hospital como desecho.

## **Envasado y etiquetado**

Envasado es la acción de introducir los termómetros rotos en un recipiente, para evitar su dispersión y facilitar su manejo. Etiquetado es la acción de rotular los recipientes que serán utilizados durante el envasado.

### **Responsable:**

Las encargadas del cumplimiento de este procedimiento serán las licenciadas enfermeras jefes de área

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Recipiente plástico con tapa, vacío y seco, por ejemplo una botella de 5 litros en donde se almacena agua
- Guantes de latex
- Bata o mandil
- Gasas
- Cinta adhesiva
- Fundas plásticas medianas donde quepa un termómetro de manera vertical (15 cm x 10 cm aproximadamente)
- Etiquetas autoadhesivas grandes

El procedimiento se lo realizará así:

1. Evacuar a todas las personas del área en donde se encuentra el termómetro roto, es importante que esta evacuación se la haga inmediatamente después de sucedida la rotura.
2. Cerrar las puertas de acceso al área contaminada para evitar dispersión de los vapores de mercurio hacia el resto del hospital.
3. Abrir las ventanas del área para ventilar el lugar en donde se rompió el termómetro, esto es para disipar los vapores de mercurio fuera del área y refrescar la temperatura del lugar
4. Rotular el recipiente plástico con el siguiente texto “**CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS: TERMÓMETROS ROTOS**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva grande para este fin.

5. Sacarse las joyas de las manos y las muñecas para que el mercurio no se amalgame (combine) con los metales preciosos
6. Ponerse guantes de latex
7. Colocarse la bata o mandil
8. Recoger los pedazos de vidrio del termómetro y el reservorio plateado donde se almacena el mercurio con mucho cuidado.
9. Colocar los pedazos y el reservorio en una toalla de papel, enrollar la toalla y luego envolverla con cinta adhesiva con el fin de obtener un paquete totalmente sellado. Esta medida es para evitar posibles cortes con el vidrio y para contener los residuos de mercurio que se puedan haber quedado adheridas en las paredes del mismo.
10. Tomar una funda plástica y comprobar que no tenga orificios por donde pueda salir aire.
11. Guardar el paquete en la funda plástica y cerrarla con fuerza para que quede lo mas hermética posible, esto es con el fin de que si se producen vapores de mercurio queden contenidos en la funda, razón por la cual esta no debe tener ningún orificio por donde pueda salir el aire.
12. Depositar la funda plástica dentro del recipiente plástico rotulado
13. Sacarse los guantes con mucho cuidado, guardarlos en otra funda plástica y depositarlos en el recipiente plástico
14. Enroscar la tapa del recipiente a fin de sellarlo completamente
15. Sacarse la bata o mandil y mandarlo a lavar
16. Guardar el recipiente plástico dentro del área, en un lugar donde haya ventilación, la temperatura no sea elevada y por donde no haya circulación de personas. El recipiente no debe estar colocado en lugares altos ya que es inseguro, es recomendable que se lo guarde en un anaquel que tenga llave, a nivel del piso dentro de un recipiente contenedor plástico. Nunca guardarlo en lugares donde se almacenan insumos médicos que serán usados en pacientes ya que estos se podrían contaminar. No se debe colocar por ningún motivo algún tipo de peso sobre el recipiente ya que puede romperlo y los desechos se pueden dispersar contaminando el área.
17. El recipiente debe ser utilizado hasta que este completamente lleno y permanecerá en el área hasta que sea recolectado por el personal designado para esta actividad. Cada vez que se utilice el envase se debe verificar su integridad en su parte superior, costados, fondo y parte baja. Si se encuentra algún orificio o imperfección llamar de

inmediato al personal de limpieza para que lleve el recipiente a la bodega de almacenamiento.

Nota: en lo que respecta a equipo de protección personal (guantes, mandil), se pueden utilizar los mismos que en el envasado del mercurio líquido ya que los dos procedimientos se deben realizar conjuntamente. Algunos pasos de los procedimientos también pueden ser combinados.

**Tabla 23 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Envasado de Termómetros Rotos**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Envasado de termómetros rotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para el envasado de los termómetros rotos</li> <li>▪ Recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros rotos en cada área médica identificada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotografía del kit de envasado</li> <li>▪ Fotografía del recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros rotos en cada área médica identificada</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

### **Recolección y transporte**

Recolección es la acción de transferir de las diferentes áreas médicas, los recipientes plásticos llenos de termómetros rotos, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento.

Este desecho debe ser recolectado cada seis meses, el primer día del semestre, junto con los termómetros despostillados y resquebrajados. La hora y la ruta de la recolección deben ser fijadas por el hospital de tal manera que no coincidan con el transporte de alimentos y materiales, y las actividades propias de las diferentes áreas del hospital.

### **Responsable**

El encargado del cumplimiento de este procedimiento será el jefe del personal de limpieza

**Procedimiento:**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Funda plástica roja grande (55 cm x 65 cm, aproximadamente el tamaño de una funda basura)
- Equipo de seguridad utilizado para la recolección de desechos (guantes de caucho, mascarilla, overol para cubrir la ropa)
- Etiquetas adhesivas grandes
- Marcador permanente negro

El procedimiento se lo debe realizar de la siguiente manera:

1. El personal de limpieza designado para la ejecución de esta operación deberá tomar una funda roja y rotularla con el siguiente texto “**CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS: TERMÓMETROS ROTOS**”, el color de la funda es porque contiene desechos peligrosos
2. Colocar la funda roja en el carro transportador destinado para recoger desechos. Este día el carro debe estar solo destinado para la recolección de termómetros. La funda no debe entrar en contacto con otro tipo de desechos, ni se debe colocar dentro de la funda otro tipo de desechos, únicamente se guardarán en ésta los recipientes que contienen los termómetros rotos
3. Llevar el carro al área donde se va a retirar el recipiente plástico
4. Coger el recipiente de plástico y guardarlo en la funda roja con la tapa hacia arriba
5. Llevar el carro a la siguiente área en donde se vaya a retirar el recipiente
6. Asegurarse que los recipientes recogidos estén con la tapa hacia arriba y sellar la (s) funda (s) de tal manera que no se las pueda abrir
7. Transportar la (s) funda (s) a la bodega de almacenamiento de desechos.
8. Sacarse el equipo de seguridad para que sea descartado o lavado

Una vez finalizada la recolección, el responsable llenará un registro en donde se detallará la fecha de la recolección, el número de recipientes retirados y el área de donde fueron retirados.

Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 3

**Tabla 24 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Recolección de Termómetros Rotos**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Recolección de termómetros rotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de recolección de termómetros rotos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de recolección de termómetros rotos</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Es importante que estos procedimientos sean difundidos a manera de capacitación a todo el personal de salud y de limpieza, para que realicen el manejo de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 25 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de Termómetros Rotos**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Envasado y Recolección de termómetros rotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de termómetros rotos / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.2.4.3 Termómetros despostillados o resquebrajados**

Los termómetros resquebrajados son aquellos que tienen pequeñas grietas en el tubo de vidrio pero que no son lo suficientemente grandes como para que el mercurio se escape de éste, los despostillados son aquellos a los que les falta un pedazo en la parte superior del tubo de vidrio, como éste es grueso puede todavía contener al mercurio pero es demasiado vulnerable a ruptura.

#### **Objetivos**

- Ejecutar correctamente las diferentes actividades de manejo de los termómetros despostillados y resquebrajados ya que son desechos potencialmente peligrosos, protegiendo de esta manera la salud de los pacientes y personal que trabaja en el hospital.

- Tener un control de la cantidad de termómetros despostillados y resquebrajados que maneja el hospital.

### **Envasado y etiquetado**

Envasado es la acción de introducir los termómetros despostillados y resquebrajados en un recipiente, para evitar su dispersión y facilitar su manejo. Etiquetado es la acción de rotular los recipientes que serán utilizados durante el envasado

### **Responsable**

Las encargadas del cumplimiento de este procedimiento serán las licenciadas enfermeras jefes de área

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Recipiente plástico con tapa, vacío y seco, por ejemplo una botella de 5 litros en donde se almacena agua
- Guantes de latex
- Bata o mandil
- Gasas
- Cinta adhesiva
- Etiquetas autoadhesivas grandes
- Marcador permanente negro

El procedimiento se lo debe realizar de la siguiente manera:

1. Rotular el recipiente plástico con el siguiente texto **“CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS: TERMÓMETROS DESPOSTILLADOS Y RESQUEBRAJADOS”**, utilizar una etiqueta autoadhesiva grande para este fin.
2. Ponerse guantes de latex
3. Colocarse la bata o mandil
4. Coger el instrumental y verificar que no este roto
5. No sacar el termómetro del área médica en donde se resquebrajó o despostilló
6. Trasladar el instrumental a un lugar ventilado, lo mas alejado posible de los pacientes dentro de la misma área

7. Envolver el termómetro con una gasa y asegurarlo con cinta adhesiva, esta medida es para evitar que el instrumental se rompa y el mercurio se derrame, es recomendable que se compre gasas específicamente para este fin, es decir no se use los insumos que luego serán utilizados en los pacientes ya que pueden contaminarse
8. Colocar de manera vertical el termómetro en el recipiente plástico previamente rotulado
9. Sacarse los guantes y descartarlos
10. Enroscar la tapa del recipiente a fin de sellarlo completamente
11. Sacarse la bata o mandil y mandarlo a lavar
12. Guardar el recipiente plástico dentro del área, en un lugar donde haya ventilación, la temperatura no sea elevada y por donde no haya circulación de personas. El recipiente no debe estar colocado en lugares altos ya que es inseguro, es recomendable que se lo guarde en un anaquel que tenga llave, a nivel del piso dentro de un recipiente contenedor plástico. Nunca guardarlo en lugares donde se almacenan insumos médicos que serán usados en pacientes ya que estos se podrían contaminar. No se debe colocar por ningún motivo algún tipo de peso sobre el recipiente ya que puede romperlo y los desechos se pueden dispersar contaminando el área.
13. El recipiente debe ser utilizado hasta que este completamente lleno y permanecerá en el área hasta que sea recolectado por el personal designado para esta actividad. Cada vez que se utilice el envase se debe verificar su integridad en su parte superior, costados, fondo y parte baja. Si se encuentra algún orificio o imperfección llamar de inmediato al personal de limpieza para que lleve el recipiente a la bodega de almacenamiento.

**Tabla 26 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Envasado de Termómetros Resquebrajados y Despostillados**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Envasado de termómetros resquebrajados y despostillados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para el envasado de los termómetros resquebrajados y despostillados</li> <li>▪ Recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros resquebrajados y despostillados en cada área médica identificada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotografía del kit de envasado</li> <li>▪ Fotografía del recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros resquebrajados y despostillados en cada área médica identificada</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

### **Recolección y transporte**

Es la acción de transferir de las diferentes áreas médicas, los recipientes plásticos llenos de termómetros despostillados y resquebrajados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento. La frecuencia de recolección de este desecho será de seis meses, el primer día de cada semestre. La hora y la ruta de la recolección deben ser fijadas por el hospital de tal manera que no coincidan con el transporte de alimentos y materiales, y las actividades propias de las diferentes áreas del hospital.

### **Responsable**

El responsable del cumplimiento de este procedimiento será el jefe del personal de limpieza

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Funda plástica roja grande (55 cm x 65 cm, aproximadamente el tamaño de una funda basura)
- Equipo de seguridad utilizado para la recolección de desechos (guantes de caucho, mascarilla, overol para cubrir la ropa)
- Etiquetas adhesivas grandes
- Marcador permanente negro

El procedimiento se lo debe realizar de la siguiente manera:

1. Tomar una funda roja y rotularla con el siguiente texto “**CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS: TERMÓMETROS DESPOSTILLADOS Y RESQUEBRAJADOS**”, utilizar una etiqueta adhesiva para este fin
2. Colocar la funda roja en el carro transportador destinado para recoger desechos. Ese día el carro debe estar solo destinado para la recolección de termómetros. La funda no debe entrar en contacto con otro tipo de desechos, únicamente se guardarán en ésta los recipientes que contienen los termómetros despostillados y resquebrajados
3. Llevar el carro al área donde se va a retirar el recipiente plástico
4. Coger el recipiente de plástico y guardarlo en la funda roja con la tapa hacia arriba
5. Llevar el carro a la siguiente área en donde se vaya a retirar el recipiente
6. Asegurarse que los recipientes recogidos estén con la tapa hacia arriba y sellar la (s) funda (s) de tal manera que no se las pueda abrir
7. Transportar la (s) funda (s) a la bodega de almacenamiento de desechos.
8. Sacarse el equipo de seguridad para que sea descartado o lavado

Una vez finalizada la recolección, el responsable llenará un registro en donde se detallará la fecha de la recolección, el número de recipientes retirados y el área de donde fueron retirados.

Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 4

**Tabla 27 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Recolección de Termómetros Resquebrajados y Despostillados**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Recolección de termómetros resquebrajados y despostillados	▪ Registro de recolección de termómetros despostillados y resquebrajados	▪ Registro de recolección de termómetros despostillados y resquebrajados

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Es importante que estos procedimientos sean difundidos a manera de capacitación a todo el personal de salud y de limpieza, para que realicen el manejo de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 28 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de Termómetros Resquebrajados y Despostillados**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Envasado y Recolección de termómetros resquebrajados y despostillados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de termómetros resquebrajados o despostillados / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.2.4.4 Tensiómetros con la caja plástica que protege el tubo de vidrio que contiene al mercurio, rota**

En el hospital se encontró en uso un tensiómetro con la caja plástica rota, arreglada con cinta adhesiva. (Anexo 1, Fotografía 1 c)

Si bien es cierto el instrumental puede seguir siendo utilizado porque el tubo de vidrio que contiene al mercurio no está afectado, pero esto no debe ser así. El tensiómetro debe ser retirado de uso ya que es potencialmente peligroso porque el tubo ya no tiene la protección con la que fue fabricado y es susceptible a romperse. Este debe ser almacenado para enviarlo a reparar en la casa comercial donde se lo compró

#### **Objetivos**

- Ejecutar correctamente las diferentes actividades de manejo de los tensiómetros con la caja plástica que protege el tubo que contiene al mercurio rota, ya que son potencialmente peligrosos, protegiendo de esta manera la salud de los pacientes y personal que trabaja en el hospital.
- Tener un control de la cantidad de los tensiómetros con la caja plástica que protege el tubo que contiene al mercurio rota que maneja el hospital.

#### **Etiquetado, Recolección y Transporte**

Etiquetado es la acción de etiquetar los tensiómetros con la caja plástica rota. Recolección es la acción de transferir de las diferentes áreas médicas, los tensiómetros con la caja plástica

rota, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento. En este caso el transporte será manual.

Debido a que la rotura de la caja plástica es un acontecimiento que ocurre muy eventual y puntualmente no se puede establecer una frecuencia de recolección, este procedimiento se aplicará inmediatamente después de realizado el etiquetado, y finalizado este se lo transportará a la bodega de almacenamiento de desechos

### **Responsable**

Las encargadas del cumplimiento del procedimiento de etiquetado serán las licenciadas enfermeras jefes de área. El encargado del cumplimiento del procedimiento de recolección será el jefe de inventario

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Guantes de latex
- Cinta adhesiva
- Etiquetas autoadhesivas grandes

El procedimiento se lo debe realizar de la siguiente manera:

### **Etiquetado**

1. Ponerse guantes de latex
2. Llevar el instrumental a un lugar ventilado lo mas alejado posible de los pacientes dentro de la misma área.
3. Verificar que el tubo de vidrio que contiene al mercurio no este resquebrajado o roto
4. Envolver con cinta adhesiva el contorno del tensiómetro en donde se encuentra la parte rota, es recomendable que se cinta adhesiva específicamente para este fin
5. Rotular con el siguiente texto: “**CUIDADO: TENSIÓMETRO CON CAJA PLÁSTICA ROTA**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva para este fin.
6. Sacarse los guantes y descartarlos
7. Llamar al personal de inventario designado para la recolección y transporte de este instrumento.

### **Recolección y Transporte**

8. El personal de inventario designado deberá recoger y llevar, manualmente, el instrumental con mucho cuidado a la bodega de inventario para que se lo almacene hasta poderlo enviar a reparar en la casa comercial donde fue comprado.

Es importante que este procedimiento sea difundido a manera de capacitación a todo el personal de salud y de inventario, para que realicen el manejo de estos instrumentales de manera correcta (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 29 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de los Tensiómetros con la Caja Plástica Rota**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Envasado y Recolección de tensiómetros con la caja plástica, que protege el tubo que contiene al mercurio, rota	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento</li> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de tensiómetros con la caja plástica, que protege el tubo que contiene al mercurio, rota / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotografía del kit</li> <li>▪ Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.5 Tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio, resquebrajado o despostillado

##### Objetivos

- Ejecutar correctamente las diferentes actividades de manejo de los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio resquebrajado y despostillado, ya que son desechos potencialmente peligrosos, protegiendo de esta manera la salud de los pacientes y personal que trabaja en el hospital.
- Tener un control de la cantidad de los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio resquebrajado y despostillado que maneja el hospital.

## **Etiquetado, recolección y transporte**

Etiquetado es la acción de etiquetar los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio, resquebrajado o despostillado. Recolección es la acción de transferir de las diferentes áreas médicas, los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio, resquebrajado o despostillado, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento. La recolección se la realizará manualmente

No se puede establecer una frecuencia de recolección debido que el resquebrajamiento o despostillamiento del tubo de vidrio que contiene al mercurio en los tensiómetros, ocurre muy eventual y puntualmente, este procedimiento se aplicará inmediatamente después de realizado el etiquetado, y finalizado éste se lo transportará a al bodega de almacenamiento de desechos

## **Responsable**

Las encargadas del cumplimiento del procedimiento de etiquetado serán las licenciadas enfermeras jefes de área. El encargado del cumplimiento del procedimiento de recolección será el jefe del personal de limpieza

## **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Guantes de latex
- Bata o mandil
- Gasas
- Cinta adhesiva
- Etiquetas autoadhesivas grandes
- Marcador permanente negro
- Equipo de seguridad utilizado para la recolección de desechos (guantes de caucho, masacrilla, overol para cubrir la ropa)

El procedimiento se lo ejecutará así:

## **Etiquetado**

1. Ponerse guantes de latex
2. Colocarse la bata o mandil
3. Verificar que el tubo de vidrio no este roto

4. Llevar el instrumental a un lugar ventilado lo mas alejado posible de los pacientes dentro de la misma área.
5. Envolver el tubo de vidrio con gasas y asegurarlas con cinta adhesiva, esta medida es para evitar que el tubo se rompa y el mercurio se derrame, luego envolver la caja plástica con cinta adhesiva, ya que por lo general cuando el tubo se resquebraja o despostilla, es porque la caja se rompió gravemente. Es recomendable que se compre gasas y cinta adhesiva específicamente para este fin, es decir no se use los insumos que luego serán utilizados en los pacientes ya que pueden contaminarse
6. Rotular con el siguiente texto: “**CUIDADO: TENSIÓMETRO CON TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENE MERCURIO RESQUEBRAJADO O DESPOSTILLADO**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva grande para este fin.
7. Sacarse los guantes y descartarlos
8. Quitarse la bata o mandil y mandarlo a lavar
9. Llamar al personal de limpieza designado para la recolección de este instrumento.

#### **Recolección y transporte**

10. El personal de limpieza designado deberá ponerse el equipo de seguridad
11. Recoger el instrumental y transportarlo manualmente y con mucho cuidado a la bodega de almacenamiento de desechos.

Es importante que este procedimiento sea difundido a manera de capacitación a todo el personal de salud y de limpieza, para que realicen el manejo de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 30 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de los Tensiómetros con el Tubo de Vidrio Resquebrajado o Despostillado**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Envasado y Recolección de tensiómetros con el tubo, que contiene al mercurio, despostillado o resquebrajado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento</li> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de tensiómetros con el tubo que contiene al mercurio despostillado o resquebrajado / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotografía del kit</li> <li>▪ Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.6 Tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto

##### Objetivos

- Ejecutar correctamente las diferentes actividades de manejo de los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto, ya que son desechos peligrosos, protegiendo de esta manera la salud de los pacientes y personal que trabaja en el hospital.
- Tener un control de la cantidad de los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto, que maneja el hospital.

##### Etiquetado y Recolección

Etiquetado es la acción de rotular los tensiómetros con el tubo que contiene al mercurio roto.

Recolección es la acción de transferir del área médica, los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto, a las instalaciones de almacenamiento. La recolección se la realizará manualmente

No se puede establecer una frecuencia de recolección debido a que la rotura del tubo de vidrio que contiene al mercurio en los tensiómetros, ocurre muy eventual y puntualmente este

procedimiento se aplicará inmediatamente después de realizado el etiquetado, y finalizado este se lo transportará a al bodega de almacenamiento de desechos

### **Responsable**

Las encargadas del cumplimiento del procedimiento de etiquetado serán las licenciadas enfermeras jefes de área. El encargado del cumplimiento del procedimiento de recolección será el jefe del personal de limpieza

### **Procedimiento**

Los materiales necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Guantes de latex
- Cinta adhesiva
- Fundas plásticas rojas medianas (30 cm x 20 cm aproximadamente) comprobar que no tenga orificios por donde pueda salir aire
- Fundas plásticas rojas grandes (55 cm x 65 cm, aproximadamente el tamaño de una funda de basura)
- Etiquetas autoadhesivas grandes
- Marcador permanente negro

El procedimiento se lo ejecutará así:

### **Etiquetado**

1. Evacuar a todas las personas del área en donde se encuentra el termómetro roto, es importante que esta evacuación se la haga inmediatamente después de sucedida la rotura.
2. Cerrar las puertas de acceso al área contaminada para evitar dispersión de los vapores de mercurio hacia el resto del hospital.
3. Abrir las ventanas del área para ventilar el lugar en donde se rompió el termómetro, esto es para disipar los vapores de mercurio fuera del área y refrescar la temperatura del lugar
4. Rotular una funda roja mediana con el siguiente texto “**CAUTION DESECHOS PELIGROSOS: TUBOS DE VIDRIO QUE CONTIENEN MERCURIO (TENSÍOMETRO)**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva para este fin.

5. Rotular una funda roja grande con el siguiente texto “**CAUIDADO DESECHOS PELIGROSOS: TENSÍOMETRO CON TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENE MERCURIO ROTO**”, utilizar una etiqueta autoadhesiva para este fin.
6. Sacarse las joyas de las manos y las muñecas para que el mercurio no se amalgame (combine) con los metales preciosos
7. Ponerse guantes de latex
8. Recoger los pedazos de vidrio del tubo del tensiómetro
9. Colocar los pedazos en una toalla de papel, enrollar la toalla y luego envolverla con cinta adhesiva con el fin de obtener un paquete totalmente sellado. Esta medida es para evitar posibles cortes con el vidrio y para contener los residuos de mercurio que se puedan haber quedado adheridas en el las paredes del mismo.
10. Guardar el paquete en la funda roja mediana y cerrarla con fuerza para que quede lo mas hermética posible, esto es con el fin de que si se producen vapores de mercurio queden contenidos en la funda, razón por la cual esta no debe tener ningún orificio por donde pueda salir el aire.
11. Si queda tubo de vidrio fijado a la caja plástica hay que envolverlo con gasa y asegurarla con cinta adhesiva
12. Cubrir la caja de plástico con la funda roja grande rotulada, y asegurarla con cinta adhesiva en la base justo donde empieza el pedestal.
12. Sacarse los guantes y descartarlos
13. Quitarse la bata o mandil y mandarlo a lavar
14. Llamar al personal de limpieza designado para la recolección de este instrumento.

#### **Recolección y transporte**

15. El personal de limpieza designado deberá ponerse el equipo de seguridad
13. Recoger el instrumental y transportarlo manualmente y con mucho cuidado a la bodega de almacenamiento de desechos

Es importante que este procedimiento sea difundido a manera de capacitación a todo el personal de salud y de limpieza, para que realicen el manejo de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 31 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para las Actividades de Envasado y Recolección de los Tensiómetros con el Tubo de Vidrio Roto**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Envasado y Recolección de los tensiómetros con el tubo que contiene al mercurio, roto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento</li> <li>▪ Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de tensiómetros con el tubo que contiene al mercurio roto / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotografía del kit</li> <li>▪ Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.7 Almacenamiento en la bodega de Inventario

En esta bodega se almacenarán los tensiómetros con la caja plástica rota, hasta poderlos enviar a reparar en la casa comercial donde fueron comprados.

La caja plástica es la protección que tiene el tubo de vidrio que contiene al mercurio en los tensiómetros, al estar ésta rota, el tubo queda vulnerable a resquebrajarse, despostillarse y romperse, razón por la cual estos instrumentales deben estar almacenados de manera adecuada en un lugar seguro que cumpla con las condiciones óptimas para esta operación.

El lugar destinado por el hospital para el almacenamiento de estos tensiómetros es la bodega de inventario. Esta bodega no almacena únicamente estos instrumentales sino que acoge varios equipos e instrumentales de diferentes características que necesitan mantenimiento o reparación, es por esto que es necesario que la misma cumpla con varias condiciones que la harán un lugar seguro para el almacenamiento de estos productos

##### 4.2.4.7.1 Condiciones que debe cumplir la bodega de Inventario

La bodega de Inventario, por ser un lugar destinado a almacenamiento, debe reunir las siguientes condiciones:

- Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones.
- Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos

La bodega debe ser adecuada en forma técnica y funcional de acuerdo a todos los equipos e instrumentales que vayan a ser almacenados en ésta y debe observar los siguientes requisitos:

- Estar dividida en sectores ya que cada tipo de equipo e instrumental debe tener su sector definido de almacenamiento.
- Poseer equipos de emergencia y de protección, señalizar su ubicación.
- Tener una buena ventilación, para facilitar esto debe quedar un espacio, de al menos 2 centímetros, entre el piso y la puerta de acceso, el mismo que servirá de respiradero. Si la bodega tiene ventanas estas deben estar en perfectas condiciones, los vidrios no deben estar cuarteados.
- El piso de la bodega debe ser impermeable, plano y sin grietas para permitir su fácil limpieza
- Sobre el piso de entrada, la bodega debe tener una rampa inclinada con un alto no menor de 10 cm , con una pendiente no mayor al 10% para facilitar el acceso
- Tener un sumidero dentro del área de la bodega, el cual se conectará con el sistema de alcantarillado
- Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas y conectadas a tierra
- El alumbrado artificial debe estar instalado a una altura de 1 metro sobre la línea más alta del producto almacenado
- La bodega debe disponer de un sistema pararrayos.
- La puerta debe tener señalización y deberá permanecer cerrada bajo llave, el acceso es exclusivo del personal autorizado

El sector destinado para almacenamiento de los tensiómetros con la caja plástica rota, dentro de la bodega de inventario debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El sector debe tener, de preferencia, una forma cuadrada, para facilitar la colocación de los mismos y la división con otros sectores.
- No estar ubicado muy cerca de la puerta de acceso, ya que los instrumentales son inestables y pueden ser inintencionalmente derribados al piso. El sector escogido debe estar junto a una pared para arrimar a ésta los instrumentales.
- Estar debidamente separado de los otros sectores por rutas de acceso, para facilitar la manipulación de los instrumentales. Estar debidamente señalizado.

#### **4.2.4.7.2 Almacenamiento de los tensiómetros con la caja plástica rota en el sector designado para este fin en la bodega de inventario**

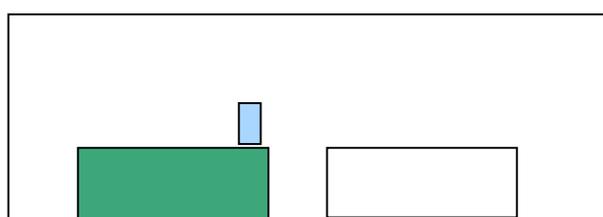
## Responsable

El encargado del cumplimiento del procedimiento de almacenamiento será el jefe de inventario

## Procedimiento

1. Ingresar con el instrumental a la bodega de inventario
2. Llegar hasta el sector designado para el almacenamiento de los instrumentales utilizando los espacios dejados entre los sectores. De esta manera se evitarán accidentes con otros equipos e instrumentales.
3. Ubicar el tensiómetro arrimado a la pared, con su pedestal sobre el piso. Tener mucho cuidado con los otros tensiómetros que puedan estar ya almacenados.
4. Llenar el registro de almacenamiento en donde se describirá la fecha del almacenamiento, el número de tensiómetros ingresados y el área de donde fueron retirados. Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 5
5. El registro debe estar ubicado en la pared, justo al margen de la ruta de acceso al mismo. Un ejemplo de la ubicación se muestra en el siguiente esquema:
6. Salir de la bodega de inventario

**Ilustración N. 1** Vista frontal del Sector de Almacenamiento de Tensiómetros con la Caja Plástica Rota, en la Bodega de Inventario



- Ubicación del registro en la pared
  - Sector designado al almacenamiento de tensiómetros
- Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Nota: Este procedimiento puede ser aplicado para tensiómetros que sean almacenados en esta bodega por mantenimiento y reparación por circunstancias diferentes a tener la caja plástica rota, pero no podrán ser almacenados en el mismo sector que los tensiómetros antes descritos.

Es importante que este procedimiento sea difundido a manera de capacitación a todo el personal de inventario, para que realicen el almacenamiento de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 32 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento de Tensiómetros con la Caja Plástica Rota, en la Bodega de Inventario**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Almacenamiento de Tensiómetros con la Caja Plástica Rota, en la Bodega de Inventario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuación de la bodega de inventario</li> <li>• Equipos de emergencia y protección adquiridos y señalización de su ubicación</li> <li>• Señalización del sector de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota</li> <li>• Registro de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota</li> <li>• Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografía de la adecuación de la bodega de inventario</li> <li>• Fotografía del sector de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota debidamente señalado</li> <li>• Registro de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota</li> <li>• Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.8 Almacenamiento en la bodega de desechos

Según el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales (Registro Oficial 106 del 10 de Enero de 1997), los desechos que son recolectados en un hospital, deben ser clasificados en: desechos comunes, infecciosos y especiales.

Los termómetros despostillados, resquebrajados y rotos, al igual que los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto son considerados desechos peligrosos y no calzan con ninguna de las categorías dadas para clasificación de desechos en un hospital, razón por la cual el hospital Pablo Arturo Suárez, debe incluir esta categoría dentro su clasificación de desechos.

El mercurio, por si solo, es considerado un desecho tóxico y corrosivo, por sus características físicas y químicas. Dentro de la categorización de desechos hospitalarios es considerado un desecho especial ya que es un desecho químico peligroso.<sup>51</sup>

El hospital Pablo Arturo Suárez almacenará en la bodega los desechos antes mencionados dentro de la clasificación de desechos peligrosos, además de los desechos químicos peligrosos y desechos farmacéuticos, dentro de la clasificación de desechos especiales. Por esta razón es necesario que la bodega de almacenamiento de desechos cumpla con algunas condiciones y requisitos que la harán un lugar óptimo y seguro para la realización de esta actividad

Es recomendable que el resto de desechos especiales, los desechos infecciosos y los desechos comunes, que se detallan en el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales, sean almacenados en bodegas distintas debido a las diferentes características que estos tienen y a que el cuidado que se debe tener durante su almacenamiento no es el mismo.

#### **4.2.4.8.1 Condiciones que debe cumplir la bodega de almacenamiento de desechos peligrosos y desechos especiales (desechos químicos peligrosos y desechos farmacéuticos)**

La bodega debe ser adecuada en forma técnica y funcional de acuerdo al tipo y características de los desechos que van a ser almacenados en ésta y debe reunir las siguientes condiciones:

- Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones
- Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos
- Estar construida con materiales con características retardantes al fuego
- Ser lo suficientemente grande, para que los desechos sean almacenados con holgura y además haya espacio para circular tranquilamente dentro de ésta.
- Tener una buena ventilación, para facilitar esto debe quedar un espacio, de al menos 2 centímetros, entre el piso y la puerta de acceso, el mismo que servirá de respiradero, además es recomendable instalar extractores de escape. Si la bodega tiene ventanas estas deben estar en perfectas condiciones, los vidrios no deben estar cuarteados.

---

<sup>51</sup> Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales, Capítulo III, de la Clasificación de los Desechos, Registro Oficial 106, 10 de Enero de 1997

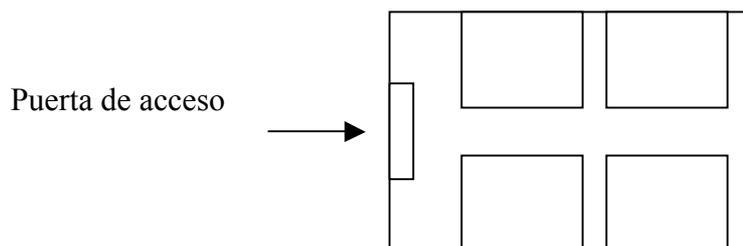
- Controlar humedad y temperatura en el interior de la bodega, debido a las características de los desechos almacenados, la temperatura no debe exceder los 16 ° C, colocar un hidrotérmetro para este fin.
- El piso de la bodega debe ser impermeable, plano y sin grietas para permitir su fácil limpieza
- Sobre el piso de entrada, la bodega debe tener una rampa inclinada con un alto no menor de 10 cm , con una pendiente no mayor al 10% para facilitar el acceso
- Contar con canales periféricos de recolección construidos de hormigón, con una profundidad mínima de 15 cm bajo el nivel del suelo de la bodega. Estos canales deben conectarse a una fosa o sumidero especial de tratamiento, con el fin de que las áreas cercanas no se contaminen y no deben estar directamente conectados al alcantarillado público.
- Contar con instalaciones de agua fría y caliente para llevar a cabo operaciones de limpieza diaria
- Tener buena iluminación. Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas y conectadas a tierra. El alumbrado artificial debe estar instalado a una altura de 1 metro sobre la línea más alta del producto almacenado
- La bodega debe disponer de un sistema pararrayos
- Tener equipos de emergencia como: extintores de polvo químico, detectores de humo y tomas de agua, además de un pequeño botiquín equipado con elementos básicos de primeros auxilios. Señalizar su ubicación
- Instalar equipos de seguridad como guantes de caucho, gafas protectoras, mascarillas, overoles para protección de la ropa, botas de caucho. Señalizar su ubicación.
- La bodega debe tener puertas de emergencia, éstas deben estar siempre libres de obstáculos que impidan salir del lugar, deben abrirse hacia fuera y con un sistema de abertura rápida
- Señalizar las posibles fuentes de peligro (químicos explosivos, combustibles, sustancias tóxicas, etc)
- Estar dividida en sectores para almacenar cada tipo de desecho, es decir, la bodega debe estar dividida en dos sectores: desechos peligrosos y desechos especiales (desechos químicos peligrosos y desechos farmacéuticos). Cada sector debe estar debidamente señalizado, identificando las características del mismo.
- El sector de desechos especiales va a estar dividida en dos para almacenar los desechos químicos peligrosos y los desechos farmacéuticos por separado. De igual

manera se sugiere que el sector de desechos peligrosos se divida en dos para que almacene aceites lubricantes o residuos con combustible, que son otro tipo de desecho peligroso que talvez el hospital produce.

- Los sectores deben estar divididos por rutas de acceso, estas deben ser amplias para que los diferentes tipos de desechos estén lo mas alejados posible.
- Los desechos nunca deben ser mezclados al momento de su almacenamiento, cada tipo de desecho debe ser depositado en el sector designado para éste.
- Cada sector debe tener sus recipientes para almacenamiento, los recipientes son fundas plásticas desechables que deben cumplir con las características especificadas en el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales.
- La puerta deberá permanecer cerrada bajo llave, para garantizar la protección e integridad de los recipientes y el acceso exclusivo del personal autorizado.
- Para darle mas seguridad a la bodega se puede instalar un sistema de alarma, esta se activará al no ingresar la clave de acceso, una vez abierta la puerta, o al forzar ventanas. Esto ayudaría a evitar el robo de los desechos almacenados y el acceso de personal no autorizado.

En la siguiente ilustración se muestra una posible división de la bodega de desechos

**Ilustración N.2** Esquema de la Sectorización de la Bodega de Desechos



Elaborado por: Cristina Andrade, 2008

**Tabla 33 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Instalación de la Bodega de Almacenamiento de Desechos**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Bodega de almacenamiento de desechos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción o adecuación de la bodega de almacenamiento de desechos según condiciones mencionadas</li> <li>• Equipos de emergencia y seguridad adquiridos y señalización de su ubicación</li> <li>• Señalización de las posibles fuentes de peligro (químicos combustibles, sustancias corrosivas, etc)</li> <li>• Señalización de sectores de almacenamiento de desechos (desechos peligrosos y desechos especiales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografía de la adecuación de la bodega de almacenamiento de desechos</li> <li>• Fotografía de la fuentes de peligro señaladas</li> <li>• Fotografía de los sectores de almacenamiento de desechos señalizados.</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.8.2 Sector de almacenamiento de desechos peligrosos

Como se identificó con anterioridad los termómetros despostillados, resquebrajados y rotos, al igual que los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto son considerados desechos peligrosos, esta categoría no está estipulada en el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales, pero el hospital Pablo Arturo Suárez la debe añadir, para poder realizar de manera correcta el almacenamiento de los mismos.

El sector destinado para el almacenamiento de desechos peligrosos debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Dividir al sector en dos subsectores, el primero para almacenamiento de termómetros y tensiómetros y el segundo para almacenar cualquier otro tipo de desecho peligrosos que tenga el hospital, se recomienda que estos desechos sean aceites lubricantes o residuos con combustible que se pueden generar de las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos y de los vehículos utilizados en el hospital

- Los subsectores deben tener, de preferencia, una forma cuadrada, debido a que se debe construir cubetos de contención que bordeen el perímetro de cada subsector. Este cubeto es una medida de seguridad para proteger los desechos peligrosos que van a ser almacenados.
- Se recomienda que el cubeto de contención sea de 10 cm de alto por 5 cm de ancho, ya que solo va a ser un contenedor de seguridad. En el caso que se tome la sugerencia de almacenar aceites lubricantes o residuos con combustible, el cubeto de este subsector debe cumplir con el requisito de diseño mencionado en el artículo 25 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.
- Los subsectores deben estar separados por una ruta de acceso y el sector de desechos peligrosos debe estar separado del sector de desechos especiales por una vía de ingreso de mínimo 150 cm de ancho
- Estar correctamente señalado con un rótulo con el siguiente texto: **“CUIDADO: DESECHOS PELIGROSOS”** , este rótulo debe estar ubicado en la parte superior de la pared de cada subsector, justo en la mitad
- Dividir a uno de los subsectores en dos, no se necesita colocar una separación física. La separación estará dada por dos rótulos, el primer rótulo tendrá el siguiente texto: **“TERMÓMETROS DESPOSTILLADOS, RESQUEBRAJADOS Y ROTOS”**, mientras que el segundo tendrá el siguiente texto: **“TENSÍOMETROS CON EL TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENE AL MERCURIO DESPOSTILLADO, RESQUEBRAJADO Y ROTO”**
- Este subsector contará con recipientes de almacenamiento para desechos peligrosos, estos recipientes, según el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales tienen que ser fundas plásticas de color rojo, con capacidad de 30 litros, de un espesor de más de 35 micrómetros, de material opaco para impedir la visibilidad
- Por ningún motivo se almacenarán en la misma funda los termómetros y los tensiómetros, éstos deben ir en fundas separadas debido a las características propias de cada desecho.
- Las fundas deben estar debidamente etiquetadas, las que van a ser utilizadas para guardar termómetros tendrán que ser rotuladas con el siguiente texto: **“CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS (TERMÓMETROS)”**, las que van a ser utilizadas para contener tensiómetros tendrán que ser rotuladas con el siguiente texto: **“CUIDADO: DESECHOS PELIGROSOS (TENSÍOMETROS)”**

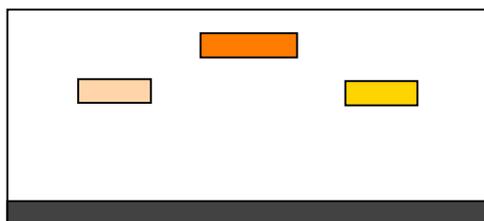
- Las etiquetas deben ser de un material resistente a la manipulación y a la intemperie, pueden ser adheribles o estar impresas en la funda
- Se debe colocar la funda en la zona designada para el almacenamiento del desecho que contengan, dentro del subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros. Las fundas deben estar colocadas directamente sobre el piso, dentro del cubeto de contención

**Tabla 34 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Adecuación del Sector de Almacenamiento de Desechos Peligrosos en la Bodega de Desechos**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Sector de almacenamiento de desechos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rótulo de señalización del sector colocado</li> <li>• Rótulos de señalización de subsectores colocados</li> <li>• Cubeto de contención construido para el subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros</li> <li>• Fundas plásticas de color rojo (recipientes de almacenamiento) rotuladas para almacenamiento de termómetros y tensiómetros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografía del rótulo de señalización colocado en el sector</li> <li>• Fotografía del los rótulos de señalización colocado en los subsectores</li> <li>• Fotografía del cubeto de contención construido</li> <li>• Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento de termómetros y la de almacenamiento de tensiómetros.</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

### **Ilustración N. 3** Vista frontal del Subsector destinado al Almacenamiento de Termómetros y Tensiómetros en la Bodega de Desechos



- Rótulo: **“CUIDADO: DESECHOS PELIGROSOS”**
- Rótulo **“TERMÓMETROS DESPOSTILLADOS, RESQUEBRAJADOS Y ROTOS”**
- Rótulo **“TENSÍOMETROS CON EL TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENE AL MERCURIO DESPOSTILLADO, RESQUEBRAJADO Y ROTO”**
- Cubeto de contención

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.2.4.8.3 Almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos**

##### **Responsable**

El encargado del cumplimiento del procedimiento de almacenamiento de este instrumental, será el jefe del personal de limpieza.

##### **Procedimiento**

Estos instrumentales al momento de llegar a la bodega de almacenamiento de desechos ya están debidamente envasados y etiquetados, por lo que las actividades que se deben realizar en esta operación son los siguientes:

##### **Ingreso a la bodega**

1. Ponerse el equipo de seguridad (guantes de caucho, mascarilla, overol y botas de caucho)
2. Ingresar a la bodega el carro transportador que contiene las fundas rojas con los recipientes plásticos donde están envasados los termómetros rotos, resquebrajados y despostillados.
3. Dirigirse por la vía de ingreso hacia el sector de almacenamiento de desechos peligrosos
4. Ingresa por la ruta de acceso al subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros

### **Colocación y apilamiento:**

5. Una vez en el subsector, tomar el recipiente de almacenamiento (funda plástica roja) que debe estar debidamente rotulado con el siguiente texto “**CUIDADO DESECHOS PELIGROSOS (TERMÓMETROS ROTOS)**”
6. Introducir en el recipiente de almacenamiento las fundas con los recipientes plásticos donde están envasados los termómetros rotos, se debe introducir una funda a la vez, asegurándose que las tapas de los recipientes plásticos estén hacia arriba. Esto es muy importante ya que es una forma de asegurarse que los recipientes no se destapen, y si esto sucede que los termómetros no salgan con facilidad del recipiente, además ayuda a que se mantenga un orden dentro de las fundas.
7. Cuando ya todas las fundas estén guardadas dentro del recipiente de almacenamiento, cerrar el recipiente y sellarlo debidamente para que no se pueda abrir. No llenar demasiado el recipiente de almacenamiento porque se puede romper, si todas las fundas recolectadas no entran en el mismo recipiente utilizar otro debidamente rotulado.
8. Pesarse la funda en una balanza, se sugiere utilizar una balanza de pesaje para colgar y colocarla en la mitad de la bodega de almacenamiento de desechos. Para no hacer un hueco en la funda se la debe poner dentro de una red y colgar la red con la funda en el gancho para pesaje
9. Colocar una etiqueta a la funda, donde se especifique el peso en kilogramos (kg) y la fecha en la que fue pesada, la etiqueta puede ser adhesiva y se puede utilizar un marcador permanente negro para escribir las especificaciones.
10. Colocar el recipiente de almacenamiento dentro del cubeto de contención, en el subsector designado para este tipo de desecho. Verificar que las tapas de los recipientes plásticos queden hacia arriba y que el rótulo quede visible. Estas fundas no deben ser colocadas sobre fundas que no contengan termómetros, es importante mantener un orden
11. Si se necesita apilar las fundas, se las debe hacer de tal manera que no se dañe su contenido, tomando en cuenta siempre que el peso de la (s) funda (s) que va (n) a estar encima sea inferior al peso de la (s) funda (s) sobre la cual(es) se va a apilar.
12. Una vez finalizado el almacenamiento de los termómetros rotos se realiza el mismo procedimiento para los termómetros despostillados y resquebrajados, cambiando la rotulación de los recipientes de almacenamiento al siguiente texto: “**CUIDADO**

## **DESECHOS PELIGROSOS (TERMÓMETROS DEPOSTILLADOS Y RESQUEBRAJADOS)**

13. Llenar el registro de almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos, donde se detallará la fecha de almacenamiento, el peso de la funda almacenada, el nombre del responsable. Este registro estará ubicado en la pared, a lado de la puerta de ingreso, lugar donde estarán ubicados todos los registros de almacenamiento de desechos. Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 6
14. Hacer la limpieza del carro transporte de desechos, desinfectarlo y sacarlo de la bodega
15. Sacarse el equipo de seguridad para que sea eliminado o lavado
16. Salir de la bodega, cerrando la puerta de acceso con llave

Este procedimiento debe ser difundido a manera de capacitación a todo el personal de limpieza, para que realicen el almacenamiento de estos instrumentales de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 35 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento de Termómetros Despostillados, Resquebrajados y Rotos en el Sector de Desechos Peligrosos**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundas plásticas rojas de almacenamiento rotuladas</li> <li>• Balanza de pesaje colocada en la bodega de almacenamiento de desechos</li> <li>• Registro de almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos</li> <li>• Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y de termómetros rotos</li> <li>• Fotografía de la balanza de pesaje colocada</li> <li>• Registro de almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos</li> <li>• Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.2.4.8.4 Almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto**

##### **Responsable**

El encargado del cumplimiento del procedimiento de almacenamiento de este instrumental, será el jefe del personal de limpieza.

##### **Procedimiento**

Estos instrumentales al momento de llegar a la bodega de almacenamiento de desechos ya están debidamente etiquetados, por lo que las actividades que se deben realizar en esta operación son los siguientes:

##### **Ingreso a la bodega**

1. Ponerse el equipo de seguridad (guantes de caucho, mascarilla, overol y botas de caucho)
2. Ingresar a la bodega con el instrumental y si es el caso con la funda que contiene el tubo de vidrio roto
3. Dirigirse por la vía de ingreso hacia el sector de almacenamiento de desechos peligrosos
4. Ingresa por la ruta de acceso al subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros

##### **Colocación y apilamiento:**

5. Una vez en el subsector, tomar el recipiente de almacenamiento (funda plástica roja) debidamente rotulado con el siguiente texto **“CUIDADO: DESECHOS PELIGROSOS (TENSÍOMETROS)”**, si es el caso en el que se tiene la funda que contiene el tubo de vidrio roto se la debe almacenar en el mismo recipiente sujetando la funda al pedestal del tensiómetro al que pertenecía el tubo, esto se lo puede hacer con cinta adhesiva, es importante que ésta funda mediana quede bien asegurada al pedestal para evitar que sea pisada por el pedestal, además se debe añadir al rótulo **“CUIDADO: DESECHOS PELIGROSOS (TENSÍOMETROS Y TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENE AL MERCURIO ROTO)”**
6. Introducir en el recipiente de almacenamiento el tensiómetro recolectado, asegurándose que el pedestal quede en la base de la funda para que se pueda parar luego sobre el piso. Es importante mencionar que los tensiómetros tienen que ser almacenados individualmente, es decir se utilizará una funda de almacenamiento por tensiómetro.

7. Verificar que el tensiómetro quede colocado de manera vertical antes de asegurar la funda
8. Cerrar el recipiente de almacenamiento de una forma tal que el instrumental quede asegurado, y sellarlo debidamente.
9. Añadir al recipiente de almacenamiento una etiqueta con la fecha del almacenamiento, se puede utilizar una etiqueta adhesiva pequeña y un marcador permanente negro para este fin
10. Colocar el recipiente de almacenamiento dentro del cubeto de contención, en el sub sector designado para este tipo de desecho. Verificar que el (los) pedestal (es) quede (n) parado(s) sobre el suelo, es recomendable que se arrimen los tensiómetros a la pared para darles mas estabilidad
11. En este caso es imposible apilar las fundas por la inestabilidad que tienen los instrumentales, siempre éstos deben quedar sobre el piso dentro del cubeto. Se los debe colocar de tal manera que no se dañen unos con otros.
12. Llenar el registro de almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto, en éste se detallará la fecha de almacenamiento, se especificará si el tensiómetros estaba con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado o roto, el número de cada tipo de tensiómetro y el nombre del responsable. Este registro estará ubicado en la pared, a lado de la puerta de ingreso, lugar donde estarán ubicados todos los registros de almacenamiento de desechos. Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 7
13. Sacarse el equipo de seguridad para que sea eliminado o lavado
14. Salir de la bodega, cerrando la puerta de acceso con llave

Este procedimiento debe ser difundido a manera de capacitación a todo el personal de limpieza, para que realicen el almacenamiento de estos instrumentales de manera correcta.(Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 36 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento de Tensiómetros con el Tubo de Vidrio Despostillado, Resquebrajado y Roto en el Sector de Desechos Peligrosos en la Bodega de Desechos**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundas plásticas rojas de almacenamiento rotuladas</li> <li>• Registro de almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto</li> <li>• Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto</li> <li>• Registro de almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto</li> <li>• Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.8.5 Sector de almacenamiento de desechos especiales

En la clasificación dada en el Capítulo III del Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales, se considera desechos especiales a: los desechos químicos peligrosos, los desechos radioactivos y los desechos farmacéuticos.

Como ya se mencionó antes, es recomendable que por las características de los desechos radioactivos no se los almacene dentro de esta bodega de desechos.

El mercurio líquido recolectado en las diferentes áreas médicas después de la rotura del instrumental que lo contiene, es considerado un desecho químico peligroso, debido a que es tóxico y corrosivo.

Como el sector de almacenamiento de desechos especiales almacenará al mercurio líquido, además de otros desechos químicos peligrosos y desechos farmacéuticos, éste debe cumplir con los siguientes requisitos que le harán un lugar seguro para esta actividad:

- El sector debe estar debidamente separado del sector de almacenamiento de desechos peligrosos por una vía de ingreso de mínimo 150 cm de ancho
- El sector debe estar dividido en dos subsectores, uno para desechos químicos y otro para desechos farmacéuticos, la división va a estar dada por una ruta de acceso que separará los dos subsectores. El hospital designará el área adecuada para cada subsector según sean sus necesidades.
- Cada subsector debe estar cercado por un cubeto de contención, que servirá como protección para los desechos almacenados. En el caso de que se produjese un derrame de los desechos químicos o de los farmacéuticos el cubeto impediría que estos se esparzan por toda la bodega.
- Cada subsector debe estar debidamente señalizado con un rótulo con el siguiente texto: **“CUIDADO: DESECHOS ESPECIALES”**, este rótulo debe estar ubicado en la parte superior de la pared de cada subsector, justo en la mitad.
- Cada subsector debe estar debidamente señalizado, el designado para almacenamiento de desechos químicos tendrá un rótulo con el siguiente texto: **“CUIDADO: DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS”**, el designado para almacenamiento de desechos farmacéuticos tendrá un rótulo con el siguiente texto: **“CUIDADO: DESECHOS FARMACÉUTICOS”**
- Se sugiere que en el subsector designado para almacenamiento de desechos químicos peligrosos, se construya un anaquel o estantería de cemento para poder almacenar los desechos de manera vertical y así no estén todos aglomerados en el piso, también facilitará la separación entre desechos incompatibles y hará que el almacenamiento se realice de una forma más ordenada.
- La altura máxima del anaquel debe ser de 150 cm desde el piso, esto es para no perder la visibilidad de los desechos almacenados en la división superior. Se pueden hacer las divisiones ascendentes del anaquel cada 30 centímetros. La profundidad de cada división estará dada en función del área del subsector, las divisiones deben ser lo suficientemente anchas como para que los desechos no queden al borde de las mismas. Las paredes laterales del anaquel deben estar cerradas con una malla de protección.
- Cada subsector contará con recipientes de almacenamiento para desechos especiales, en el caso de los desechos químicos estos recipientes deben ser fundas plásticas de color rojo, con capacidad de 30 litros, de un espesor de más de 35 micrómetros, de material opaco para impedir la visibilidad, esto según lo estipulado en el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales.

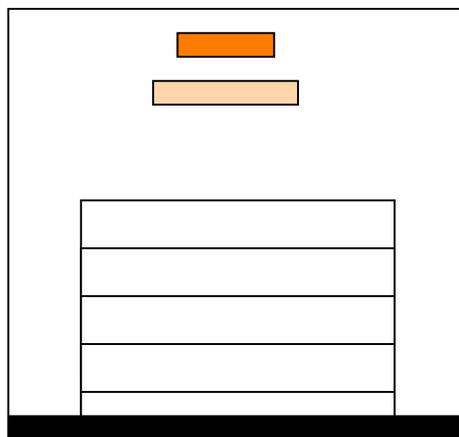
- Por ningún motivo se almacenarán en la misma funda diferentes tipos de desechos químicos o farmacéuticos. Estos deben ser almacenados individualmente en el subsector al que pertenecen, en el caso de los desechos químicos estos deben ser almacenados individualmente y colocados en la división del anaquel, según el grado de compatibilidad entre sustancias.
- Es fundamental que el hospital tenga las hojas de seguridad de los productos químicos que están siendo almacenados para evitar que se produzca algún tipo de riesgo al juntarse desechos incompatibles. Las hojas de seguridad deben estar ubicadas en la pared, a lado de la puerta de ingreso, junto a los registros de almacenamiento. Es importante que se las tenga en este lugar para que las personas encargadas de la manipulación de estos desechos las revisen antes de realizar ésta actividad.
- Cada funda o recipiente de almacenamiento debe estar debidamente etiquetada, en el caso de los desechos químicos se debe etiquetar la funda detallando la clasificación de desecho al que pertenece (desechos químicos peligrosos), el nombre de la sustancia química que se está almacenando, la advertencia de la clasificación de peligro de las Naciones Unidas (sólo escrito, no se utilizará el rombo gráfico) y un resumen de los peligros químicos que la sustancia presenta. En el caso de los desechos farmacéuticos, se recomienda que la rotulación tenga la clasificación de desechos al que pertenece (desechos farmacéuticos) y la consistencia física del desecho (polvo, jarabe, crema, etc.)
- Las etiquetas deben ser de un material resistente a la manipulación y a la intemperie, pueden ser adheribles o estar impresas en la funda

**Tabla 37 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Adecuación del Sector de Almacenamiento de Desechos Especiales en la Bodega de Desecho**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Sector de almacenamiento de desechos especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rótulo de señalización del sector colocado en cada subsector</li> <li>• Rótulos de señalización de subsectores colocados</li> <li>• Cubeto de contención construido para cada subsector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografía del rótulo de señalización colocado en cada subsector</li> <li>• Fotografía del los rótulos de señalización colocado en los subsectores</li> <li>• Fotografía de los cubetos de contención construido</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

**Ilustración N. 4** Vista frontal del Subsector destinado al Almacenamiento de Desechos Químicos Peligrosos en la Bodega de Desechos



- Rótulo: “CUIDADO: DESECHOS ESPECIALES”
- Rótulo “DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS”
- Cubeto de contención
- Divisiones del anaquel de cemento

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.8.6 Almacenamiento del mercurio líquido

##### Responsable

El encargado del cumplimiento del procedimiento de almacenamiento del mercurio líquido, será el jefe del personal de limpieza.

##### Procedimiento

El metal al momento de llegar a la bodega de almacenamiento de desechos ya está debidamente envasado y etiquetado, por lo que las actividades que se deben realizar en esta operación son los siguientes:

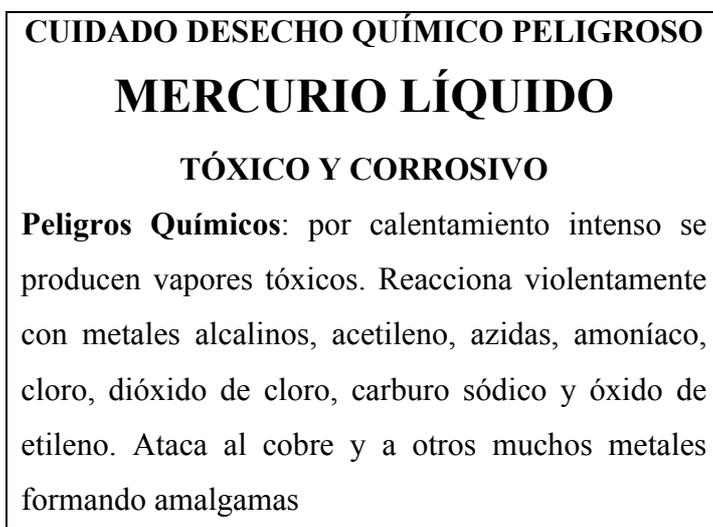
##### Ingreso a la bodega

1. Ponerse el equipo de seguridad (anteojos de seguridad, guantes de caucho, mascarilla, overol y botas de caucho)
2. Ingresar a la bodega con la funda que contiene al mercurio, se la debe manipular con extremo cuidado para evitar que la funda se rompa o se raje
3. Dirigirse por la vía de ingreso al sector de almacenamiento de desechos especiales
4. Ingresar por la ruta de acceso al subsector de almacenamiento de desechos químicos peligrosos

##### Colocación y apilamiento:

5. Una vez en el subsector, tomar el recipiente de almacenamiento (funda plástica roja) que debe estar debidamente rotulado con el siguiente texto:

**Ilustración N. 5** Rotulación de las Fundas Plásticas Rojas para el Almacenamiento del Mercurio Líquido en la Bodega de Desechos



6. Introducir con mucho cuidado, en el recipiente de almacenamiento, la funda roja que contiene el recipiente plástico donde está envasado el metal, asegurándose que la tapa del recipiente plástico que contiene al mercurio este hacia arriba
7. Cerrar el recipiente de almacenamiento de una forma tal que quede bien asegurado. Esta funda no será sellada ya que el mercurio líquido que se vaya recolectando de las roturas de los instrumentales que lo contienen, será depositado en esta misma funda hasta que esté casi llena. Esto se debe a que el desecho depositado en la funda es pequeño y sería peligroso usar fundas de almacenamiento pequeñas ya que estos pueden dispersarse por todo el subsector y serían muy difíciles de controlar. Almacenados todos los desechos en una funda grande es más fácil controlarlos y así evitar que estos se mezclen con otros desechos o se junten con sustancias incompatibles.
8. Colocar el recipiente de almacenamiento en la división del anaquel que le corresponde. Este debe ser asignado por el personal de limpieza después de haber revisado las hojas de seguridad de todos los desechos químicos que van a ser almacenados para evitar juntar desechos incompatibles.
9. Se recomienda colocar en un lugar visible sobre la zona que le corresponde a este desecho en la división del anaquel los siguientes símbolos:

“/...



TÓXICO



CORROSIVO



PELIGROSO PARA  
EL MEDIO AMBIENTE

...<sup>52</sup>

- Estos símbolos deben ser negros con fondo amarillo anaranjado, y se recomienda que su formato no sea inferior a 52 milímetros x 74 milímetros. Esto según las especificaciones de la Comunidad Económica Europea para la Clasificación, Embalaje y Etiquetado de las Sustancias Peligrosas.

10. Las fundas que contiene estos desechos no deben ser apiladas ya que por la peligrosidad del metal es preferible que estén en contacto directo con la superficie

---

<sup>52</sup>[http://www.idepa.es/sites/export/sites/default/idepaweb/Repositorios/galeria\\_descargas\\_idepa/Cuadernos-de-la-Union-n9.pdf](http://www.idepa.es/sites/export/sites/default/idepaweb/Repositorios/galeria_descargas_idepa/Cuadernos-de-la-Union-n9.pdf), Cuadernos de la Unión Europea, Etiquetado de Productos

sobre la que van a ser almacenados. Esta medida ayudará a que los recipientes plásticos no se dañen unos con otros y que, en el caso de una contingencia, sea más fácil controlarlos y retirarlos del sector.

11. Llenar el registro de almacenamiento del mercurio líquido como desecho, en éste se detallará la fecha de almacenamiento, el número de fundas pequeñas almacenadas dentro del recipiente de almacenamiento y el nombre del responsable. Este registro estará ubicado en la pared a lado de la puerta de ingreso, lugar donde estarán ubicados todos los registros de almacenamiento de desechos. Es importante que a este registro se lo ubique junto con las hojas de seguridad de los desechos químicos que van a ser almacenados. Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 8
15. Sacarse el equipo de seguridad para que sea eliminado o lavado
16. Salir de la bodega, cerrando la puerta de acceso con llave

Este procedimiento debe ser difundido a manera de capacitación a todo el personal de limpieza, para que realicen el almacenamiento de este metal de manera correcta. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 38 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para el Almacenamiento del Mercurio Líquido en el Sector de Desechos Especiales en la Bodega de Desechos**

Actividad	Indicador	Medio de verificación
Almacenamiento del mercurio líquido como desecho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundas plásticas rojas de almacenamiento rotuladas</li> <li>• Colocación de los símbolos de advertencia de peligro en la zona de almacenamiento de mercurio líquido en la división que le corresponde en el anaquel</li> <li>• Registro de almacenamiento del mercurio líquido como desecho</li> <li>• Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento del mercurio líquido como desecho / Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento del mercurio líquido como desecho</li> <li>• Fotografía de los símbolos colocados en la división correspondiente al almacenamiento de este desecho en el anaquel</li> <li>• Registro de almacenamiento del mercurio líquido como desecho</li> <li>• Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### 4.2.4.9 Disposición Final de los desechos peligrosos y especiales que contienen Mercurio

La disposición final es “la acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a la salud y al ambiente”<sup>53</sup>.

Para el caso de los desechos peligrosos y especiales anteriormente mencionados la disposición final que tiene que realizar el hospital es la siguiente:

##### 4.2.4.9.1 Termómetros Rotos (desechos peligrosos)

Estos desechos serán entregados anualmente al camión de recolección de desechos hospitalarios. Este camión es contratado por Fundación Natura, ya que por un convenio que tiene con el Municipio de Quito, es el encargado de la recolección y disposición final de cierto tipo de desechos hospitalarios, entre los cuales se encuentran los termómetros rotos.

<sup>53</sup> Texto Unificado De Legislación Ambiental, Libro VI de la Calidad Ambiental, Título V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Capítulo I Disposiciones Generales, Sección I Glosario de Términos Registro Oficial Edición Especial No 2 del 31 de marzo de 2003, p 253

El camión llevará los desechos al relleno sanitario del Inga donde recibirán un tratamiento adecuado antes de ser encapsulados en una celda especial para este fin.

La entrega será anual ya que al ser un servicio pagado (cobran por kilo de desecho recolectado), el volumen que se entregará podrá redondear costos. Cada vez que se entreguen estos desechos al camión de recolección de desechos hospitalarios, se deberá llenar un registro donde se detallará el tipo de desecho, la fecha de entrega, responsables, el lugar de salida y el de destino. Este registro se quedará en el hospital.

Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 9

#### **4.2.4.9.2 Mercurio Líquido, Termómetros Despostillados y Resquebrajados y Tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto (desecho especial y desechos peligrosos)**

En el Ecuador no existen gestores ambientales que se encarguen específicamente del tratamiento y disposición final de este tipo de desechos, para llegar a esta conclusión se investigó el tipo de desechos que tratan los gestores ambientales calificados que se publicitan en las páginas web, tanto en la ciudad de Quito<sup>54</sup> como en la de Guayaquil<sup>55</sup>.

Por este motivo la responsabilidad del hospital termina en el almacenamiento adecuado de estos desechos, procedimientos descritos con anterioridad. El mercurio líquido, los termómetros despostillados y resquebrajados y los tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado, resquebrajado y roto, deberán permanecer almacenados en la bodega de desechos hasta que exista en el Ecuador un gestor ambiental calificado que pueda dar un tratamiento adecuado a los mismos.

Tanto las condiciones estructurales de la bodega como los procedimientos de almacenamiento, hacen que estos desechos no representen un riesgo a la salud humana y el ambiente, además el volumen almacenado es manejable.

---

<sup>54</sup> <http://www.quito.gov.ec/DMMA/gestores/sep/GESTORES%20PARA%20LA%20WEB.htm>

<sup>55</sup> [http://www.guayaquil.gov.ec/downloads/medio\\_ambiente/GESTORES%20DE%20RESIDUOS-ENERO%2008.pdf](http://www.guayaquil.gov.ec/downloads/medio_ambiente/GESTORES%20DE%20RESIDUOS-ENERO%2008.pdf)

Sin embargo se puede mencionar un tratamiento para este tipo de desechos, este se aplicaría dentro del hospital para dar otro tipo de almacenamiento a los mismos. El tratamiento es la macroencapsulación, que es un mecanismo de solidificación/ estabilización de desechos.

“La técnica de solidificación/ estabilización de desechos tóxicos y peligrosos ha sido estudiada y aplicada extensivamente con el fin de reducir la movilidad al medio externo, destoxificar, insolubilizar o bien reducir la peligrosidad de los contaminantes utilizando diferentes agentes aglomerantes que brinden la posibilidad de encapsular físicamente y químicamente dentro de una matriz solidificada aquellos contaminantes que pueden ofrecer un riesgo para la salud. La aplicación de esta técnica brinda la posibilidad de disponer estos desechos peligrosos de una forma segura en rellenos sanitarios o llegar utilizarlos como materias primas de materiales de construcción.”<sup>56</sup>.

La macroencapsulación es un mecanismo de aplicación de esta técnica y consiste, como su nombre lo indica, en encapsular los desechos en una matriz grande, la misma que eventualmente podría ser de concreto por las características que este material presenta, sin embargo, este o cualquier otro material que pueda ser utilizado para la encapsulación de este tipo de desechos, necesariamente debe ser sometido a una serie de pruebas de laboratorio para comprobar su eficacia y eficiencia para inertizar el mercurio, en estas pruebas se debe tomar en cuenta todas las características físico- químicas del metal como su densidad, temperatura de evaporización, reacciones químicas, entre otras, y como estas varían según el tipo de material que este siendo utilizado para la encapsulación y la exposición a condiciones extremas como temperatura, presión y humedad.

“La mezcla óptima de concreto se consigue al combinar sus componentes en los siguientes porcentajes con respecto al volumen total de la mezcla: cemento 7% - 15%, agregados (arena; material inerte) 59% - 76%, agua 14 %- 18%, aditivo impermeabilizante plastificante.”<sup>57</sup>. Esta mezcla no tiene el carácter de definitivo, se la menciona únicamente porque no se conoce la mezcla óptima para encapsular los desechos con mercurio.

---

<sup>56</sup> Pardo Oscar, Rodríguez Manuel, Evaluación preliminar del proceso de estabilización / solidificación de residuos peligrosos basado en el uso de cemento Pórtland , Bogotá, 2005, p 1

<sup>57</sup> Sánchez de Guzmán Diego, Tecnología del Concreto y del Mortero, segunda edición, editorial Bhandar, Bogotá, 1993, p 221

La mezcla de concreto que vaya a utilizarse también tiene que estar en función de la resistencia a la compresión de la misma, “la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) considera que los materiales solidificados y estabilizados con una fuerza de 50 PSI, tienen una resistencia a la compresión satisfactoria”<sup>58</sup>. Este análisis es importante realizarlo, ya que la mezcla debe ser capaz de resistir las cargas pesadas sin modificar las condiciones del metal que encapsula, sin que se rompa o deteriore ya que si esto llegara a suceder el mercurio se derramaría.

Es fundamental que el hospital realice pruebas de laboratorio para saber con seguridad el tipo de material que debe utilizar para encapsular desechos con mercurio y los procedimientos en los que debe ejecutarse esta actividad.

Un posible procedimiento de macroencapsulación se realizaría de la siguiente forma:

1. Ingresar el carro transportador de desechos a la bodega de almacenamiento de desechos
2. Recolectar en el carro el mercurio líquido, los termómetros despostillados y resquebrajados y los tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado, resquebrajado y roto. La recolección se la debe realizar con mucho cuidado, para evitar que los desechos se rompan o derramen.
3. Salir de la bodega y cerrarla con llave
4. Transportar los desechos hacia un área cercana a la bodega, la misma que será utilizada para el almacenamiento temporal de los desechos macroencapsulados. Esta área debe ser tipo bodega, debe tener un techo que proteja a los desechos encapsulados de la lluvia y tener un cerramiento de malla.
5. Encapsular los termómetros despostillados y resquebrajados, utilizando los materiales y procedimientos que se obtuvieron de los resultados de las pruebas de laboratorio.
6. Utilizar el número de tanques necesarios para encapsular todos los termómetros despostillados y resquebrajados.
7. Repetir el paso 5 y 6 para el almacenamiento del mercurio líquido.
8. Para encapsular los tensiómetros primero se los debe sacar de la funda en la que fueron colocados en la bodega de desechos. Con mucho cuidado se debe separar la caja

---

<sup>58</sup> [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/leia/ortiz\\_m\\_jr/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leia/ortiz_m_jr/capitulo4.pdf)

plástica que protege el tubo de vidrio que contiene al mercurio, del pedestal y el cordón que lo une al brazaletes. También se debe retirar la funda que almacena el tubo de vidrio roto, si es el caso.

9. Colocar el pedestal y el brazaletes en la funda en la que estaba el tensiómetro, retirar el rótulo de la funda y reciclar los materiales.
10. Repetir el paso 5 y 6 para el almacenamiento de las cajas plásticas y de las fundas que contienen los tubos de vidrio rotos.
11. Ordenar los tanques en el área de almacenamiento temporal, verificando que queden debajo del techo.

Los tanques deberán permanecer almacenados en esta área por tiempo indefinido debido a que en el Ecuador no existen gestores ambientales que traten estos desechos, ni rellenos sanitarios en los que se los pueda disponer de manera adecuada.

Se entrevistó al señor Paúl Sevilla del Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIG) de la Gerencia de Operaciones de la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO), el cual aseveró que estos tanques no son retirados por los camiones recolectores de basura de EMASEO ya que si se introduciría un tanque al camión este lo compactaría, destrozando la encapsulación de los desechos. Por otro lado si se contrataría otro tipo de transporte que lleve los tanques a algún relleno sanitario, al momento de colocarlos en las celdas de desechos comunes, serían igualmente compactados, esto se debe a que en el relleno sanitario del Inga no existen celdas de seguridad destinadas para la disposición final de este tipo de desechos.

De igual manera se entrevistó a la señora Belén Pérez, Coordinadora del Departamento de Desechos Hospitalarios de Fundación Natura, la cual aseguró que este tipo de desechos no están contemplados dentro del convenio para la recolección y disposición final de desechos hospitalarios, únicamente se recolectan termómetros rotos sin mercurio; si los desechos contiene el metal no pueden ser recogidos ya que previa a la disposición final en las celdas de seguridad en el relleno sanitario del Inga, los desechos son auto clavados, esto causaría que el mercurio se evapore, poniendo en peligro a los trabajadores del relleno y a los moradores cercanos al área.

Por los motivos anteriormente descritos, la encapsulación sería un tratamiento aplicable para este tipo de desechos en el hospital, pero los mismos tendrían que quedarse en el

establecimiento de salud hasta que puedan ser gestionados. Por otro lado mantener almacenados los desechos con mercurio de la forma descrita en los procedimientos de almacenamiento, en una bodega que cumpla las condiciones también descritas, permitirá que estos puedan ser tratados de manera adecuada por un gestor ambiental.

Un posible tratamiento que puede ser aplicado por un gestor ambiental, sería la recuperación de mercurio para luego ser reciclado. Este tratamiento ya está siendo aplicado en algunos países europeos, lo que ha ayudado a reducir la extracción del metal virgen.

Para recuperar el metal se puede emplear la técnica de destilación, esta técnica separa todo tipo de residuos del mercurio, incluyendo otros metales como la plata y el oro. Esto se debe a que la temperatura necesaria para evaporar el mercurio es de 20 ° C, los otros residuos no se evaporan y pueden ser recolectados en estado sólido o líquido, el metal evaporado luego se condensa quedando nuevamente líquido. El mercurio puede ser vendido a industrias que necesiten el metal como un componente para la elaboración de sus productos.

La encapsulación es otro tratamiento que puede emplear el gestor ambiental para tratar los desechos con mercurio, solo que este lo realizaría de manera más técnica y segura, debido a que tendría que realizar varias pruebas de resistencia del concreto según la disposición final que les vaya a dar a los mismos, ya que si se hace una correcta encapsulación, utilizando una mezcla de concreto resistente y comprobando, mediante pruebas de laboratorio, que el desecho está completamente inertizado, se lo puede utilizar como material de construcción.

El gestor ambiental debe tener una licencia ambiental para la ejecución de su actividad otorgada por el organismo de control ambiental competente, que en el caso de Quito es la Dirección Metropolitana Ambiental.

Cuando los desechos puedan ser entregados a un gestor ambiental que se encargue de la recepción y transporte de los mismos para darles una disposición final adecuada, el personal de limpieza encargado de la entrega, deberá llenar un registro que tenga, entre otra información, la cantidad de desechos que salen de la bodega para su tratamiento, la fecha en la que salieron de la bodega y los responsables. Este registro se quedará en el hospital. Un posible formato de este registro se detalla en el Anexo 2, Formulario 9 y 10

El gestor ambiental debe tener un plan de manejo para la realización de estas actividades, el hospital aplicará este plan al momento de la realización de las mismas.

**Tabla 39 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Entrega de Desechos Peligrosos y Especiales al Gestor Ambiental Calificado**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.3 DESCRIPCIÓN DE RIESGOS QUE PUEDEN PRODUCIRSE DURANTE EL USO DE LOS INSTRUMENTALES Y EL MANEJO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO**

Es importante identificar los riesgos para la salud humana y el ambiente que se puedan generar durante la ejecución de las actividades anteriormente identificadas durante las etapas de uso y manejo del mercurio y de los instrumentales que lo contienen, a pesar de que los procedimientos mencionados se apliquen de manera correcta.

Los riesgos identificados, derivados de estas actividades son:

**Tabla 40 Riesgos que pueden producirse durante el Uso de los Instrumentales y el Manejo de los Desechos que contienen Mercurio**

Actividades	Riesgos Identificados	Probabilidad (baja, media, alta)	Medio afectado	Liberación al medio	Grupo afectado	Exposición
Uso	Derrame	Baja	Aire	Vapores de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes</li> <li>• Personal que trabaja en el hospital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalación de vapores tóxicos y peligrosos</li> <li>• Contacto con piel y ojos</li> <li>• Ingestión inintencional del metal</li> </ul>
			Suelo	Transporte de mercurio líquido en calzado y materiales de limpieza		
			Agua	Lavado de materiales de limpieza contaminados con mercurio		
	Fuga	Baja	Aire	Vapores de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal con acceso a de la bodega de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalación de vapores tóxicos y peligrosos</li> </ul>
Manejo de desechos	Incendios	Baja	Aire	Vapores de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes</li> <li>• Personal que trabaja en el hospital</li> <li>• Vecinos del hospital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalación de vapores tóxicos y peligrosos</li> </ul>
	Explosiones	Baja	Aire	Vapores de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes</li> <li>• Personal que trabaja en el hospital</li> <li>• Vecinos del hospital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalación de vapores tóxicos y peligrosos</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.3.1 Riesgo de derrame y fuga de mercurio durante el uso de los instrumentales**

El derrame puede ocurrir durante la mala utilización e incorrecto almacenamiento de los instrumentales, la fuga se puede producir al utilizar los termómetros despostillados o resquebrajados o los tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio roto. Si se aplican los procedimientos descritos para la ejecución de las actividades de utilización y almacenamiento de instrumentales durante su uso, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es baja, sin embargo puede pasar.

La forma correcta de manejar el mercurio derramado se describe en el manejo de los desechos que contiene mercurio, las acciones de emergencia se las describirá mas adelante. Es por esta razón que se deben detallar las acciones de emergencia que se deben realizar para que al momento de materializarse el riesgo, éste no afecte la salud de los pacientes ni del personal de salud que este expuesto en ese momento.

##### Acciones de emergencia

- “Inhalación: transportar a la persona lesionada a un área bien ventilada. Si la respiración se ha detenido, proporcionar respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, proporcionar oxígeno. Mantener a la víctima sentada, abrigada y en reposo. Pueden presentarse convulsiones y pérdida de la consciencia.
- Ojos: lavarlos inmediatamente con agua potable, por lo menos durante 15 minutos, asegurándose de abrir los párpados. Si se utiliza lentes de contacto retirarlos inmediatamente después del contacto. Se recomienda no utilizar lentes de contacto durante la manipulación de este metal
- Piel: lavar la zona afectada con agua y jabón. Eliminar la ropa contaminada, si es necesario. Otra opción es lavar con jabón ligeramente alcalino y una pasta de azufre y agua. Para asegurarse que no existen residuos del metal, puede utilizarse una disolución de sulfuro de sodio y rociarla sobre el área afectada, la aparición de una coloración café oscuro o rojiza se debe a la presencia de mercurio. El mercurio residual, puede eliminarse con vinagre y después, lavar con agua oxigenada para eliminar el olor a sulfuro de hidrógeno.

- Ingestión: lavar la boca con agua. No provocar el vómito. Si la víctima está consciente hacerle beber agua. Si se encuentra inconsciente, tratar como en intoxicación por inhalación.”<sup>59</sup>

Estas acciones deben ser aplicadas como primeros auxilios en el caso en que la exposición haya ocurrido de alguna de las formas mencionadas, la persona expuesta debe ser monitoreada en el hospital para descartar complicaciones

#### **4.3.2 Riesgos de incendio y explosión durante el manejo de desechos**

La probabilidad de que estos riesgos ocurran es baja, si se aplican los procedimientos detallados para manejo de desechos que contienen mercurio y acondicionamiento de la bodega de almacenamiento de los mismos. A pesar de tener una probabilidad baja estos riesgos pueden ocurrir.

El mercurio metálico por si mismo no arde, pero puede encender a materiales combustibles como el níquel, calcio, sodio, litio, rubidio y cobre. Hay que tener extremo cuidado en incendios o explosiones en los que el mercurio este involucrado ya que los vapores que se producen de este son tóxicos.

En el caso de que se produzca un incendio que involucre al mercurio, se deben realizar las siguientes acciones:

- “Colocarse el equipo de seguridad completo para evitar exposición
- Enfriar lo mas pronto posible el área de almacenamiento de los desechos que contienen mercurio con grandes cantidades de agua para evitar que estos se calienten y se empiece a producir vapores tóxicos
- Como el mercurio no se quema o lo hace con mucha dificultad, es poco probable que éste sea el origen del incendio por lo que se debe apagar el mismo utilizando un agente extintor según el tipo de material que se este quemando, se sugiere que se utilice extintores de polvo químico.

---

<sup>59</sup> <http://www.casep.com.mx/pdf/Quimicos/Mercurio.pdf>, Hoja de Seguridad XXI: Mercurio y Sales de Mercurio

- Si los recipientes de almacenamiento de los desechos que contienen mercurio ya se calentaron, usar agua para bajar los vapores antes de que estos se dispersen por todo el sector donde esta ubicado el hospital.
- Toda el agua contaminada resultante debe ser tratada antes de ser descargada al sistema de alcantarillado.”<sup>60</sup>

Las personas que estuvieron expuestas a la inhalación de vapores deben recibir los primeros auxilios descritos en las acciones de emergencia del riesgo de derrame.

Las acciones de emergencia que deben efectuarse en el momento en que los riesgos identificados se materialicen deben ser difundidas a manera de capacitación a todo el personal que trabaja en el hospital. (Anexo 2, Formulario 11)

**Tabla 41 Indicadores y Medios de Verificación Propuestos para la Capacitación sobre las Acciones de Emergencia en el Caso de una Contingencia con Mercurio**

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Capacitación sobre acciones de emergencia en el caso de una contingencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de charlas dictadas sobre las acciones de emergencia que deben efectuarse al momento de que los riesgos identificados se materialicen/ Número de charlas programadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de capacitación</li> </ul>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

#### **4.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS**

Las actividades propuestas dentro de las etapas de uso adecuado del instrumental y del manejo correcto de los desechos que contienen mercurio, tienen que ser implementadas en el hospital Pablo Arturo Suárez dentro de un periodo de tiempo determinado.

---

<sup>60</sup> <http://www.casep.com.mx/pdf/Quimicos/Mercurio.pdf>, Hoja de Seguridad XXI: Mercurio y Sales de Mercurio

Con el cronograma de ejecución de las actividades propuestas, se puede verificar el cumplimiento de las mismas dentro del plazo de ejecución determinado para cada una. El cumplimiento de las actividades estará dado por la implementación de los indicadores propuestos para cada actividad, junto con la tenencia física o digital de los medios de verificación planteados según el indicador.

En el caso de que se pida como medio de verificación fotografías de la implementación de los indicadores, éstas podrán tenerse en digital o como fotografías reveladas.

Los registros siempre tienen que ser documentos impresos que deben estar ubicados en el lugar recomendado para este fin en cada actividad. El responsable del cumplimiento de las actividades dentro de las etapas de uso adecuado del instrumental y manejo correcto de los desechos que contienen mercurio, será el encargado del registro correspondiente a los indicadores que tengan como medio de verificación este documento.

El cronograma de ejecución de las actividades tiene vigencia de un año calendario, ya que en este período se podrá evaluar si las medidas descritas están debidamente planteadas o necesitan modificación, además es un tiempo prudencial para comprobar si las medidas están siendo ejecutadas de la forma correcta.

El hospital deberá designar un encargado que verificará el cumplimiento de las actividades descritas en el cronograma dentro de los plazos dados.

Luego de concluido el año, el hospital deberá evaluar, junto con un profesional ambiental, los procedimientos y acciones del plan de gestión para aprobarlos o modificarlos según los resultados obtenidos. Luego de esta evaluación, se elaborará un cronograma de ejecución de las nuevas actividades encontradas, el mismo que tendrá una duración de dos años.

El cronograma de ejecución de las actividades propuestas se describe a continuación:

**Tabla 42 Cronograma de ejecución de las actividades propuestas**

**CRONOGRAMA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES**

<b>DATOS GENERALES DEL REGULADO</b>	
HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ	
<b>DATOS GENERALES DEL CRONOGRAMA</b>	
Fecha inicio: 01/10/2008	Fecha de finalización: 01/11/2009
Fecha de elaboración del cronograma: 15/08/2008	

CRONOGRAMA								
ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>USO ADECUADO DE LOS INSTRUMENTALES QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	TERMÓMETROS	Utilización y Almacenamiento	Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de termómetros durante su uso / Número de charlas programadas	Semestral	Registros de capacitación	Enfermera Jefe de Área	03/10/2008	03/10/2009
			Utilización de estuches individuales para almacenamiento de termómetros en cada área médica identificada	Siempre	Fotografía de los recipientes plásticos conteniendo los termómetros con estuches en cada área médica identificada	Enfermera Jefe de Área	02/10/2008	01/11/2009
			Elaboración de registros de termómetros dañados	Una vez	Registros de termómetros dañados	Enfermera Jefe de Área	04/10/2008	07/10/2008
			Llenar el registro de termómetros dañados	Cada vez que un termómetro se rompa, resquebraje o despostille	Registros llenos	Enfermera Jefe de Área	07/10/2008	01/11/2009
	TENSIÓMETROS	Utilización y Almacenamiento	Implementación de lugares óptimos de almacenamiento de tensiómetros en todas las áreas del hospital en donde estos están en funcionamiento	Una vez	Fotografía de los lugares de almacenamiento	Enfermera Jefe de Área	09/10/2008	15/10/2008

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	MERCURIO LÍQUIDO	Envasado	Kit de envasado de mercurio que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento	El primer día de cada semestre	Fotografía del kit de envasado de mercurio	Enfermera Jefe de Área	07/10/2008	01/10/2009
		Recolección	Elaboración de registros de recolección del mercurio líquido	Una vez	Registros de recolección de mercurio líquido	Enfermera Jefe de Área	07/10/2008	13/10/2008
			Llenar el registro de recolección del mercurio líquido	Cada vez que el mercurio se derrame y tenga que ser recolectado	Registros llenos	Enfermera Jefe de Área	13/10/2008	01/11/2009
		Envasado y Recolección	Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo del mercurio derramado y de los desechos con mercurio/ Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	05/10/2008	05/10/2009
	TERMÓMETROS ROTOS	Envasado	Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento	El primer día de cada semestre	Fotografía del kit de envasado de termómetros rotos	Enfermera Jefe de Área	07/10/2008	01/10/2009
		Envasado	Recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros rotos en cada área médica identificada	Cada vez que se necesite	Fotografía del recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros rotos en cada área médica identificada	Enfermera Jefe de Área	07/10/2008	01/11/2009
		Recolección	Elaboración de registros de recolección de termómetros rotos	Una vez	Registros de recolección de termómetros rotos	Enfermera Jefe de Área	14/02/2009	20/02/2008
			Llenar el registro de recolección de termómetros rotos	El primer día de cada semestre	Registro llenos	Enfermera Jefe de Área	01/03/2009	01/09/2009
		Envasado y Recolección	Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de termómetros rotos / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	05/10/2008	05/10/2009

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	TERMÓMETROS RESQUEBRAJADOS Y DESPOSTILLADOS	Envasado	Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento	El segundo día de cada semestre	Fotografía del kit de envasado	Enfermera Jefe de Área	08/10/2008	02/09/2009
			Recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros resquebrajados y despostillados en cada área médica identificada	Cada vez que se necesite	Fotografía del recipiente de plástico rotulado para envasado de termómetros resquebrajados y despostillados en cada área médica identificada	Enfermera Jefe de Área	08/10/2008	01/11/2009
		Recolección	Elaboración de registros de recolección de termómetros resquebrajados y despostillados	Una vez	Registros de recolección de termómetros rotos	Enfermera Jefe de Área	20/02/2009	26/02/2008
		Recolección	Llenar el registro de recolección de termómetros rotos	El primer día de cada semestre	Registro llenos	Enfermera Jefe de Área	01/03/2009	01/09/2009
		Envasado y Recolección	Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de termómetros resquebrajados o despostillados / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	07/10/2008	07/10/2009
	TENSÍOMETROS CON LA CAJA PLÁSTICA ROTA	Envasado y Recolección	Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento	El tercer día de cada semestre	Fotografía del kit de envasado	Enfermera Jefe de Área	20/10/2008	03/10/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de tensiómetros con la caja plástica rota / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	15/10/2008	15/10/2009

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	TENSÍOMETROS CON EL TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENE AL MERCURIO RESQUEBRAJADO O DESPOSTILLADO	Envasado y Recolección	Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento	El tercer día de cada semestre	Fotografía del kit de envasado	Enfermera Jefe de Área	20/11/2008	03/10/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado o resquebrajado / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	15/11/2008	15/10/2009
	TENSÍOMETROS CON EL TUBO DE VIDRIO QUE CONTIENEN AL MERCURIO ROTO	Envasado y Recolección	Kit de envasado que contenga todos los materiales necesarios para la ejecución de este procedimiento	El tercer día de cada semestre	Fotografía del kit de envasado	Enfermera Jefe de Área	20/12/2008	03/10/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado manejo de tensiómetros con el tubo de vidrio roto / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	15/12/2008	15/10/2009
	ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE INVENTARIO	Almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota	Adecuación de la bodega de inventario	Una vez	Fotografía de la adecuación de la bodega de inventario	Director del Hospital y Jefe de inventario	12/10/2008	22/11/2008
			Equipos de emergencia y protección adquiridos y señalización de su ubicación	Una vez	Fotografía de los equipos de emergencia y protección colocados, con su respectiva señalización	Director del Hospital y Jefe de inventario	04/12/2008	14/01/2009
		Almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota	Señalización del sector de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota	Una vez	Fotografía del sector de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota debidamente señalizado	Jefe o encargado del área de inventario	23/12/2008	14/01/2009
			Elaboración de registros de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota	Una vez	Registro de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota, en la bodega de inventario	Jefe o encargado del área de inventario	22/10/2008	30/10/2008

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA DE INVENTARIO	Almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota	Llenar el registro de almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota	Cada vez que la caja plástica del tensiómetro se rompa y tenga que ser almacenado inmediatamente	Registro llenos	Jefe o encargado del área de inventario	30/10/2008	01/11/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento de tensiómetros con la caja plástica rota / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	28/10/2008	28/10/2009
	BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS (PELIGROSOS Y ESPECIALES)	Instalar la bodega de almacenamiento de desechos cumpliendo las condiciones dadas	Construcción o adecuación de la bodega de almacenamiento de desechos	Una vez	Fotografía de la adecuación de la bodega de desechos	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	15/10/2008	05/12/2008
	BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS (PELIGROSOS Y ESPECIALES)	Instalar la bodega de almacenamiento de desechos cumpliendo las condiciones dadas	Equipos de emergencia y protección adquiridos y señalización de su ubicación	Una vez	Fotografía de los equipos de emergencia y protección colocados, con su respectiva señalización	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	07/01/2009
			Señalización de las posibles fuentes de peligro (químicos combustibles, sustancias corrosivas, etc)	Una vez	Fotografía de la fuentes de peligro señaladas	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	17/01/2009
			Señalización de sectores de almacenamiento de desechos (desechos peligrosos y desechos especiales)	Una vez	Fotografía de los sectores de almacenamiento de desechos señalizados	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	07/01/2009
	SECTOR DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS	Adecuación del subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros	Rótulo de señalización del sector colocado	Una vez	Fotografía del rótulo de señalización colocado en el sector	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	07/01/2009
			Rótulo de señalización del subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros colocado	Una vez	Fotografía del rótulo de señalización colocado en el subsector	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	07/01/2009

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	SECTOR DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS	Adecuación del subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros	Cubeto de contención construido para el subsector de almacenamiento de termómetros y tensiómetros	Una vez	Fotografía del cubeto de contención construido	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	15/10/2008	05/12/2008
	SUBSECTOR DE ALMACENAMIENTO DE TERMÓMETROS Y TENSÍOMETROS	Almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos	Fundas plásticas rojas de almacenamiento rotuladas	Semestral	Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y termómetros rotos	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	25/02/2009	25/08/2009
			Balanza de pesaje colocada en la bodega de almacenamiento de desechos	Una vez	Fotografía de la balanza de pesaje colocada	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	20/01/2009	20/01/2009
			Elaboración de registros de almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos	Una vez	Registro de almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	01/01/2009	20/02/2009
			Llenar el registro de almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos	El primer día de cada semestre	Registros llenos	Jefe o encargado del personal de limpieza	01/03/2009	01/09/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento de termómetros despostillados, resquebrajados y rotos / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	15/01/2009	15/10/2009
			Fundas plásticas rojas de almacenamiento rotuladas	Semestral	Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado, resquebrajado y roto	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	07/12/2008	01/11/2009

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	SUBSECTOR DE ALMACENAMIENTO DE TERMÓMETROS Y TENSIÓMETROS	Almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado, resquebrajado y roto	Elaboración de registro de almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado, resquebrajado y roto	Una vez	Registro de almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	25/11/2008	07/12/2008
			Llenar el registro de almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio despostillado, resquebrajado y roto	Cada vez que el tubo de vidrio del tensiómetro se rompa, despostille y resquebraje, y tenga que ser inmediatamente almacenado	Registros llenos	Jefe o encargado del personal de limpieza	07/12/2008	01/11/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento de tensiómetros con el tubo de vidrio que contiene al mercurio despostillado, resquebrajado y roto / Número de charlas programadas	Trimestral	Registro de capacitación	Jefe del Comité de desastres	10/11/2008	10/10/2009
	SECTOR DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS ESPECIALES	Adecuación del los subsectores de almacenamiento de desechos químicos y de desechos farmacéuticos	Rótulo de señalización del sector colocado en cada subsector	Una vez	Fotografía del rótulo de señalización colocado en cada subsector	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	07/01/2009
			Rótulos de señalización de cada subsector colocados	Una vez	Fotografía del rótulo de desechos químicos peligrosos y del rótulo de desechos	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	07/12/2008	07/01/2009
			Cubeto de contención construido para cada subsector	Una vez	Fotografía de los cubetos de contención construidos en cada subsector	Director del Hospital y Director del Comité de Desechos	15/10/2008	05/12/2008
	SUBSECTOR DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS	Almacenamiento de mercurio líquido	Fundas plásticas rojas de almacenamiento rotuladas	Una vez	Muestra de la funda plástica roja rotulada para almacenamiento del mercurio líquido como desecho	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	05/10/2008	12/10/2008
			Colocación de los símbolos de advertencia de peligro en la zona de almacenamiento de mercurio líquido en la división que le corresponde en el anaquel	Una vez	Fotografía de los símbolos colocados en la división correspondiente al almacenamiento de este desecho en el anaquel	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	07/12/2008	07/01/2009
			Elaboración de registro de almacenamiento del mercurio líquido como desecho	Una vez	Registro de almacenamiento del mercurio líquido como desecho	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	07/10/2008	13/10/2008

ETAPAS	FASES	ACTIVIDADES	INDICADORES	PERIODICIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
<b>MANEJO CORRECTO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO</b>	SUBSECTOR DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS	Almacenamiento de mercurio líquido	Llenar el registro de almacenamiento del mercurio líquido como desecho	Cada vez que el mercurio líquido sea recolectado y tenga que ser almacenado inmediatamente	Registros llenos	Jefe o encargado del personal de limpieza	13/10/2008	01/11/2009
			Número de charlas dictadas sobre el adecuado almacenamiento del mercurio líquido como desecho / Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	05/10/2008	05/10/2009
	BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS (PELIGROSOS Y ESPECIALES)	Entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado	Elaboración del registro de entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado	Una vez	Registro de entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado	Director del Comité de desechos y Jefe de personal de limpieza	25/10/2009	29/10/2009
			Llenar registro de entrega de desechos peligroso y especiales al gestor ambiental calificado	Anual	Registro lleno	Jefe o encargado del personal de limpieza	30/10/2009	30/10/2009
<b>DESCRIPCIÓN DE RIESGOS</b>	RIESGOS IDENTIFICADOS DURANTE EL USO DE LOS INSTRUMENTALES Y EL MANEJO DE LOS DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO	Capacitación sobre acciones de emergencia en el caso de una contingencia	Número de charlas dictadas sobre las acciones de emergencia que deben efectuarse al momento de que los riesgos identificados se materialicen/ Número de charlas programadas	Trimestral	Registros de capacitación	Jefe del Comité de desastres	20/10/2008	20/10/2008

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

El almacenamiento de mercurio líquido se lo deberá realizar temporalmente en una bodega segura hasta que la instalación de la bodega de almacenamiento de desechos haya concluido. Este desecho será trasladado con mucho cuidado a la bodega de desechos donde será almacenado según el procedimiento.

Los termómetros rotos serán entregados anualmente al camión recolector de desechos hospitalarios a cargo de Fundación Natura.

La actividad de entrega de los desechos peligrosos y especiales que contienen mercurio al gestor ambiental, será verificada solo si el hospital consigue al gestor ambiental calificado en el tratamiento de este tipo de desechos antes del cumplimiento del año de vigencia del cronograma, caso contrario los mismos permanecerán en la bodega de almacenamiento de desechos el tiempo que sea necesario.

#### **4.5 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN**

El presupuesto de implementación del plan de gestión, está calculado tomando en cuenta los costos aproximados de los materiales necesarios para la ejecución de los procedimientos descritos para el uso de los instrumentales y manejo de los desechos y los costos aproximados de construcción de la bodega de almacenamiento de desechos.

El área sugerida de la bodega de desechos es de 21 m<sup>2</sup>, ya que podrán almacenarse los mismos con holgura, hay suficiente espacio interior para adecuarla según las especificaciones dadas, haciéndola un lugar seguro para la función que tiene que cumplir. Los costos directos de los rubros fueron tomados de la Revista de la Cámara de la Construcción de Quito (marzo 2008).

En cuanto a los materiales que van a ser empleados para la ejecución de los procedimientos tanto de uso de los instrumentales como de manejo de los desechos que contienen mercurio, están cotizados como costos unitarios, ya que estos tienen que ser adquiridos cada vez que se los necesite, es decir no se puede establecer un costo fijo para los mismos. Por esta razón el presupuesto de los materiales estará dado como costo de adquisición de los mismos para poder iniciar con el cumplimiento de los procedimientos por primera vez. Los costos directos de los rubros fueron adquiridos mediante investigación de mercado.

A continuación se detallan los presupuestos tanto de los materiales como de la construcción de la bodega

**Tabla 43 Presupuesto de Construcción de la Bodega de Almacenamiento de Desechos**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Directo (\$) a Sep/ 08</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (\$)</b>
Excavación manual de plintos y cimientos (0,6x7x3)m	m <sup>3</sup>	4,77	12,6	60,10
Piedra para cimiento	m <sup>3</sup>	6	12,6	75,60
(Piso) Hormigón en losa de 20cm, f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (equipo: concretera 1 saco, vibrador, encofrado)	m <sup>3</sup>	263,64	4,2	1107,29
Hormigón columnas 0,20x 0,30, f'c=210 kg/ cm <sup>2</sup> (equipo: concretera 1 saco, vibrador, encofrado)	m <sup>3</sup>	241,07	0,5	120,54
(Techo)Hormigón en losa de 10cm, f'c=210 kg/ cm <sup>2</sup> (equipo: concretera 1 saco, vibrador, encofrado)	m <sup>3</sup>	131,82	2,1	276,82
(Paredes)Mampostería de bloque, e = 15 cm con mortero 1:6, e = 2,5 cm	m <sup>2</sup>	8,53	58,8	501,56
Enlucido liso exterior incluye andamios, mortero 1:6, e = 1 cm	m <sup>2</sup>	5,13	117,6	603,29
Pintura caucho exterior 2 manos, latex vinilo acrílico (incluye andamios, cemento blanco)	m <sup>2</sup>	2,48	58,8	145,824
Pintura caucho interior 2 manos, latex vinilo acrílico (incluye andamios, cemento blanco)	m <sup>2</sup>	2,4	58,8	141,12
(Piso y divisiones anaquel) Baldosa lisa antideslizante	m <sup>2</sup>	13,46	25	336,5
Salida agua fría HG llave de control y accesorios HG	pto	40,92	1	40,92
Salida agua caliente HG llave de control y accesorios HG	pto	40,92	1	40,92
Tubería PVC 3/4 pulg (incluye accesorios)	m	3,14	4	12,56

Iluminación conducto # 12, interruptor, boquilla, caja octogonal y caja rectangular	pto	22,53	2	45,06
(Techo)Extractores de escape (6), tubos de PVC 110 mm	m	4,17	3	12,51
Extractores de escape, Codo 90 g 110 mm	u	1,74	6	10,44
Puerta contra fuego (2,00x0,94)m Max Security	u	540	1	540
(4 Cubetos) Hormigón en muro, f'c=210 kg/ cm <sup>2</sup> (equipo: concretera 1 saco, vibrador, encofrado, e =0,05 x 0,10 m	m3	156,59	0,14	21,92
(4 Divisiones anaquel, 2x0,5 m) Loseta e =15 cm, f'c =120 kg/cm (equipo: concretera 1 saco, vibrador)	m <sup>2</sup>	29,34	4	117,36
(Cerramiento paredes laterales anaquel) Malla de cerramiento 50/10 20m x 200 cm	40 m <sup>2</sup>	75,28	2	3,76
Letreros Señalizadores en sintra 1 mm, con vinilo autoadhesivo especial para rotulación de acuerdo a colores standard de seguridad industrial (30x20) cm	u	6,5	12	97,5
Extintor PQS 5 libras de capacidad tipo A-B-C	u	19	1	19
Detector de humo	u	15	2	30
				<b>4360,60</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

Nota: no incluye transporte de materiales

**Tabla 44 Presupuesto de Compra de Materiales necesarios para Iniciar el Cumplimiento de los Procedimientos de Uso adecuado de los Instrumentales y Manejo correcto de los Desechos que contienen Mercurio**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Directo (\$) a Sep/08</b>
Anteojos de seguridad con protección lateral	u	10
Botas de caucho	u	10
Caja de gases de 20 x 20 cm	250 paquetes	34
Cámara fotográfica digital, marca Genius, modelo G-Shot P611	u	60
Cinta Adhesiva marca shurtape, 14 m x 3, 80 cm	u	3
Elaboración de registros	10 u	1,75
Etiquetas autoadhesivas grandes	120 u	1,02
Etiquetas autoadhesivas pequeñas	120 u	0,6
Fundas plásticas medianas	10 u	0,28
Fundas plásticas medianas rojas	10 u	0.38
Fundas plásticas pequeñas	10 u	0,15
Fundas plásticas rojas de 30 litros	10 u	6,09
Guantes de caucho	u	1,05
Guantes de latex, marca NP Plus, no estériles, descartables, ambidiestros	100 u	25
Linterna marca mini maqlite	u	24
Mandil	u	12
Marcador permanente negro, marca Edding 300	10 u	16,65
Mascarillas	10 u	5
Overol	u	15

Recipientes plásticos con tapa (botellas de agua de 5 l, vacíos)	10 u	2,5
Recipientes plásticos irrompibles herméticos	5 u	3,75
Tijera escolar	u	1,05
Tiras de cartón pequeñas	10 u	0,1
Tiras de papel	10 u	0,05
		<b>233,04</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

**Tabla 45 Costo total aproximado de implementación del Plan de Gestión**

<b>Detalle</b>	<b>Costo Total (\$) a Sep/08</b>
Presupuesto de Construcción de la Bodega de Almacenamiento de Desechos	4360,60
Presupuesto de Compra de Materiales necesarios para Iniciar el Cumplimiento de los Procedimientos de Uso adecuado de los Instrumentales y Manejo correcto de los Desechos que contienen Mercurio	233,04
<b>Costo Total aproximado</b>	<b>4593,64</b>

Elaborado por: Cristina Andrade Silva, 2008

El costo total aproximado de implementación del plan de gestión en base a la adquisición de materiales necesarios para iniciar con el cumplimiento de los procedimientos y la construcción de la bodega de almacenamiento de desechos es de \$4593,64, costo calculado a julio de 2008.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- En el hospital Pablo Arturo Suárez se encontraron un total de 159 termómetros y 21 tensiómetros. No se encontraron equipos que contengan mercurio.
- Se calculó una cantidad máxima y una cantidad mínima de mercurio contenido en los termómetros y tensiómetros encontrados en el hospital para cubrir el intervalo de gramos por instrumental más amplio posible. La cantidad mínima de mercurio contenido en los termómetros es de 79,5 gramos, mientras que la máxima es de 238,5 gramos, en el caso de los tensiómetros la cantidad mínima de mercurio contenido es de 1050 gramos, mientras que la máxima es de 1755 gramos.
- La cantidad mínima de mercurio encontrada en el hospital es de 1129,5 gramos, mientras que la cantidad máxima es de 1993,5 gramos, lo que da un promedio de 1561,5 gramos de mercurio.
- La cantidad total de mercurio encontrado en los termómetros y tensiómetros identificados en el hospital es muy alta, estos instrumentales son una potencial fuente de peligro para la salud de los pacientes, el personal de salud y personal de limpieza, si no son manipulados adecuadamente, debido a las características físico-químicas del metal que contienen.
- Existe una falta de concienciación del personal que trabaja en el hospital sobre el uso adecuado de los instrumentales y el manejo correcto de los desechos que contienen mercurio, esto se debe a la inexistencia de un Plan de Gestión para estos y a la falta de capacitación sobre la toxicidad del mercurio, los efectos adversos que produce en la salud y en el ambiente, los procedimientos para una manipulación apropiada y las acciones de emergencia que se deben realizar en caso de una contingencia donde el mercurio esté involucrado.
- En el hospital no existe un manejo de desechos que contienen mercurio por lo que los mismos son la principal fuente de exposición de los pacientes y el personal de salud a este metal, además hace que el hospital sea un foco de contaminación por mercurio principalmente al agua residual y a los desechos generales.

- La implementación del plan de gestión propuesto para el hospital ayudaría a que el personal que trabaja en el mismo use los instrumentales adecuadamente y maneje los desechos que contienen mercurio de una manera segura tanto para la salud como para el ambiente.
- El costo total aproximado de implementación del plan de gestión es de \$ 4593,64, valor que no es alto para la cantidad de procedimientos que fueron propuestos y para el resultado que se obtendría al implementarlo.
- En vista de que en el Ecuador no existen gestores ambientales que den un tratamiento correcto a los desechos con mercurio, ni rellenos sanitarios donde se los pueda disponer de forma adecuada y segura, el hospital es responsable del adecuado almacenamiento de los mismos, en una bodega que cumpla las condiciones necesarias descritas que la hacen un lugar seguro para almacenamiento.
- Los desechos con mercurio almacenados cumpliendo lo especificado en el plan de gestión, no representan riesgo alguno para la salud y el ambiente, sin embargo, en el mencionado plan se detallan las acciones a realizarse en el caso que se presente una contingencia por mercurio.
- El hospital podría encapsular los desechos con mercurio a manera de tratamiento, pero al no existir en el Ecuador lugares para su disposición segura, tendrían que almacenarlos de manera adecuada hasta que exista en el país lugares que cumplan las condiciones para su disposición.
- La continua capacitación al personal que trabaja en el hospital hará que estos se involucren y se comprometan a manejar adecuadamente los desechos con mercurio, ya que al estar concientes de las consecuencias que este metal podría producir sobre la salud se preocuparían ya que sería su propia salud la que se vería afectada.
- Todo el personal que trabaja en el hospital debe concienciarse sobre la peligrosidad de los desechos que contienen mercurio y deben entender que el establecimiento de salud es el responsable del adecuado manejo de los mismos. Debido a la falta de normativa ambiental que regule este tema y a la falta de lugares para su disposición final segura, el hospital es el responsable de dar un almacenamiento adecuado a estos desechos hasta que pueda entregarlos a un gestor ambiental para que les de tratamiento o una adecuada disposición final.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- El inventario que se elaboró para el hospital Pablo Arturo Suárez debe ser actualizado cada año, así se podrá monitorear el incremento o disminución de la cantidad de instrumentales existentes en las áreas identificadas, además ayudará a tener un control sobre la cantidad de mercurio presente en el hospital.
- El Plan de Gestión elaborado para el uso adecuado de los instrumentales que contienen mercurio identificados en el hospital, y para el manejo correcto de los desechos que contienen mercurio, debe ser implementado lo más pronto posible, ya que la manipulación actual tanto de los instrumentales como de los desechos es inapropiada.
- Los procedimientos descritos en el Plan de Gestión deben ser ejecutados tal y como se los describe, ya que estos están elaborados de una manera ambientalmente segura, en función de la protección de la salud de los pacientes y el personal que trabaja en el hospital.
- Los indicadores de cumplimiento de las actividades descritas en cada procedimiento, deben estar implementadas dentro del tiempo fijado en el cronograma de ejecución.
- La verificación del cumplimiento de las actividades contempladas en el cronograma, dentro de los plazos establecidos, estará a cargo de la persona designada por el director del hospital como responsable del cronograma de actividades.
- Los responsables designados para el cumplimiento de cada proceso deberán presentar los medios de verificación dentro de los plazos designados. Los registros deben estar impresos y deben ser llenados conforme se vayan realizando las actividades en donde los requieren, las fotografías pueden estar reveladas o en digital.
- Se deben elaborar todos los registros propuestos ya que estos contendrán información valiosa que ayudará a la mejora continua tanto del uso de los instrumentales como del manejo de desechos que contienen mercurio.
- Sería importante que se adecue la bodega de inventario tal y como se sugiere ya que de esta manera cumplirá con todas las condiciones que la hará un lugar seguro para el almacenamiento no solo de los instrumentales que contienen mercurio sino de todos los productos que tengan que ser guardados aquí.
- La bodega de desechos tiene que cumplir con las condiciones sugeridas, ya que por las características físico- químicas de los desechos que almacena, esta tienen que ser un lugar seguro. No es necesario que el área de la misma sea la sugerida, el hospital designará el área de la bodega en función del espacio físico con el que cuente, siempre y

cuando cumpla con las especificaciones de estructura, adecuación interna, tipo de desechos almacenados y procedimientos de almacenamiento.

- Los desechos que contienen mercurio deben estar almacenados en la bodega de desechos, cumpliendo las especificaciones descritas para esta actividad, hasta que el hospital consiga un gestor ambiental que pueda dar un tratamiento adecuado a los mismos.
- Debido a que el Ecuador no cuenta con gestores ambientales que den tratamiento adecuado a los desechos con mercurio, ni con rellenos sanitarios en donde se los pueda depositar de manera adecuada, los organismos ambientales como el Ministerio del Ambiente, y en el caso de Quito, la Dirección Metropolitana del Ambiente, al igual que los organismos de salud, deberían implementar campañas de capacitación sobre el adecuado almacenamiento de los desechos que contienen mercurio a todos los hospitales públicos del país, para de que, de esta manera, los equipos e instrumentales que contienen mercurio dejen de ser un foco importante de riesgo para la salud y contaminación del ambiente.
- La encapsulación de los desechos con mercurio podría ser la opción de tratamiento más aplicable a la realidad del país, pero este tratamiento tendría que ser implementado sino es a mediano a largo plazo, debido a que en el Ecuador no existen rellenos que cuente con celdas de seguridad en donde se los pueda disponer, motivo por el cual, los organismos ambientales, conjuntamente con los municipios deberían trabajar en la implementación de esta posibilidad.
- El Municipio de Quito debería destinar celdas de seguridad para la disposición de los desechos encapsulados, dentro del relleno sanitario del Inga. Estas celdas no deberán compactar los desechos para que el tratamiento de encapsulación cumpla su objetivo, aquí no solo se podrían depositar desechos encapsulados con mercurio, sino pilas encapsuladas al igual que otros desechos peligrosos que no se les pudo dar otro tratamiento como de reciclaje o reutilización.
- Sería recomendable que el Municipio de Quito se preocupe por la correcta disposición de los desechos con mercurio dentro de la capital, ya que por las características tóxicas y peligrosas de este metal, al seguir siendo depositado junto con los desechos comunes, como actualmente se lo hace, representan un foco de contaminación por mercurio al ambiente y un riesgo de afectación a la salud humana.

- Se recomienda que el Municipio Metropolitano de Quito inicie campañas tanto de información de limpieza de pequeños derrames de mercurio de los termómetros rotos, como de recolección de estos desechos, enfocados para los ciudadanos de la capital, ya que por ser un metal tóxico y peligroso no debe ser manipulado sin cuidado, ni depositado junto con los desechos comunes. De ser posible, estas campañas deberían ser aplicadas a nivel nacional por el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Salud Pública para concientizar a todos los habitantes del Ecuador sobre la peligrosidad del mercurio y las consecuencias que produce un mal manejo del mismo.
- En Quito, la Dirección Metropolitana del Ambiente debería ser el organismo responsable de dar almacenamiento adecuado a los desechos con mercurio que serían recolectados de la ciudadanía, de igual manera ser la responsable, conjuntamente con el Ministerio del Ambiente, de crear reglamentos y normas que le den el carácter de obligatorio al adecuado almacenamiento de los desechos con mercurio, de esta manera estarían incentivando a la preparación y formación de gestores ambientales capaces de dar un tratamiento adecuado a este tipo de desechos.
- La recuperación y reciclaje del mercurio serían opciones valdezas de tratamiento del metal para evitar su disposición final en lugares adecuados para este fin. Los gestores ambientales en el Ecuador deberían considerar el tratamiento de los desechos con mercurio entre sus actividades.
- Con los tratamientos mencionados, el mercurio puede ser vendido a industrias donde se lo requiera como componente necesario para la fabricación de sus productos, reduciendo así la explotación primaria de este metal.
- La técnica de destilación sería un mecanismo de recuperación del mercurio, ya que por evaporarse a temperatura ambiente, se podría recuperar casi en su totalidad.
- Para escoger el mejor tratamiento para este tipo de desechos se debería realizar un estudio más extenso del tema, donde se analice el costo- beneficio de la implementación de cada uno de los tratamiento sugeridos, siempre rigiéndose a la realidad del país y tomando en cuenta la normativa ambiental vigente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, Registro Oficial Suplemento No 418 del 10 de septiembre del 2004
2. Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial No 1 del 11 de Agosto de 1998
3. Cámara de la Construcción de Quito, Revista de la Cámara de la Construcción de Quito, N° 197, Marzo 2008
4. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas, Enero del 2001, Disponible en: <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/cd53/040923.pdf>
5. Listas de bienes y servicios sujetos a control. Reg. DNPC-92-01, Registro Oficial No 854 del 16 de enero de 1992
6. Lista de productos químicos sujetos a control del INEN, Registro Oficial No 971 del 20 de junio del 1996
7. Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:2000. Sobre Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos
8. 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
9. Ortega García J.A. y cols, Revista Española de Pediatría, editorial DOYMA, VOL. 59 N°, 2003
10. Pardo Oscar, Rodríguez Manuel, Evaluación preliminar del Proceso de Estabilización / Solidificación de Residuos Peligrosos basado en el Uso de Cemento Pórtland , Bogotá, 2005
11. Picazo J.E, Sánchez J.M., Fernandez V., Aspectos Químicos de los Mercuriales, Revista Actualidad Dermatológica, Vol. 33, Octubre 1994
12. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Guide for Reducing Major Uses and Releases of Mercury, Junio 2006, Disponible en: <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector%20Guide%202006.pdf>
13. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos, Evaluación Mundial sobre el Mercurio, Suiza, Diciembre de 2002, Disponible en:

- <http://www.chem.unep.ch/MERCURY/GMA%20in%20F%20and%20S/final-assessment-report-Nov05-Spanish.pdf>
14. 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>
  15. Sánchez de Guzmán Diego, Tecnología del Concreto y del Mortero, segunda edición, editorial Bhandar, Bogotá, 1993
  16. Reglamento General de Seguro de Riesgos del Trabajo. Registro Oficial No 579 del 10 de diciembre de 1990
  17. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Hospitales, Registro Oficial No 106 del 10 de Enero de 1997
  18. 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
  19. [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html), Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, Resumen de Salud Pública: Mercurio
  20. <http://www.casep.com.mx/pdf/Quimicos/Mercurio.pdf>, Hoja de Seguridad XXI: Mercurio y Sales de Mercurio
  21. [http://www.chem.unep.ch/MERCURY/Trade%20information/Hg\\_supply\\_trade\\_demand-report-Draft-1Sept2006.pdf](http://www.chem.unep.ch/MERCURY/Trade%20information/Hg_supply_trade_demand-report-Draft-1Sept2006.pdf), Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury
  22. <http://www.epa.gov/mercury/about-espanol.htm>, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Mercurio. Información Básica
  23. <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/espanol.pdf>, Toxicología del Mercurio, Actuaciones Preventivas en Seguridad Laboral y Ambiental
  24. [http://www.idepa.es/sites/export/sites/default/idepaweb/Repositorios/galeria\\_descargas\\_idepa/Cuadernos-de-la-Union-n9.pdf](http://www.idepa.es/sites/export/sites/default/idepaweb/Repositorios/galeria_descargas_idepa/Cuadernos-de-la-Union-n9.pdf), Cuadernos de la Unión Europea, Etiquetado de Productos
  25. [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_465.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_465.htm), Sustancias Carcinogénicas: Criterios para su clasificación
  26. <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1783>, Movimiento Mundial para el Cuidado de la Salud Libre de Mercurio

27. <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1252>, Limpieza de pequeños derrames de mercurio
28. <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&id=1467>, Mercurio, ftalatos y radiaciones ionizantes en las unidades de cuidado neonatal. Efectos adversos y medidas preventivas
29. [http://reachinfo.es/centro\\_reach\\_docs/Directiva\\_67\\_548\\_CEE.pdf](http://reachinfo.es/centro_reach_docs/Directiva_67_548_CEE.pdf), Comunidad Económica Europea para la clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas
30. <http://www.unicartagena.edu.co/Mercurio.htm>, Universidad de Cartagena, Mercurio. Contaminante Ambiental
31. <http://es.wikipedia.org/wiki/Metilmercurio>, Metilmercurio
32. [http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad\\_de\\_Minamata](http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_de_Minamata), Enfermedad de Minamata

# **ANEXOS**