

**COMPROMISOS DE COLOMBIA CON EL CONVENIO DE MINAMATA**

**JUAN CAMILO HIGUERA REYES**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN CONTINUADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2017**

**COMPROMISOS DE COLOMBIA CON EL CONVENIO DE MINAMATA**

**JUAN CAMILO HIGUERA REYES**

**Monografía para optar por el título de Especialista en Gestión Ambiental**

**Director**

**Dora María Cañón Rodríguez  
Ingeniera química, Mg.**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN CONTINUADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2017**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., Marzo de 2017

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Director de especializaciones

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Francisco Archer Narváez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

## **DEDICATORIA**

Dedico esta monografía a mis padres Gladys y Carlos, y mis hermanos Diego y Orión, que siempre han estado para mí cuando los he necesitado, que me han apoyado para continuar y no rendirme. También es dedicado a aquellos que han aportado al cuidado del planeta y al mejoramiento de este con sus estudios y acciones.

## AGRADECIMIENTOS

**A mi familia**, por apoyarme siempre, estar conmigo siempre a pesar de la distancia y por orientarme cuando lo he necesitado.

**A la Fundación Universidad de América**, por ser una institución académica que se ha ganado mi sentido de pertenencia y respeto, por enseñarme durante 6 años y concederme mi título de Ingeniero Químico.

**A Dora María Cañón Rodríguez**, porque por medio de sus conocimientos y experiencia me oriento satisfactoriamente para completar esta monografía.

**A Santiago López y Daniel Sarmiento**, por ser un gran apoyo durante la especialización, en especial en la culminación de esta monografía.

**A mis compañeros y compañeras**, porque han contribuido a hacerme quien soy hoy.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	17
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
1.1. ANTECEDENTES	18
1.2. FORMULACIÓN	21
1.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. MARCO TEÓRICO “CONVENIO DE MINAMATA”	25
La Gestión Ambiental y el Convenio de Minamata.	30
El Convenio de Minamata Como Instrumento Internacional.	34
4. DISEÑO METODOLÓGICO	38
5. ORIGENES DEL CONVENIO DE MINAMATA	39
5.1. HISTORIA DEL CONVENIO DE MINAMATA	39
5.2. LA ENFERMEDAD DE MINAMATA	41
5.3. CONTAMINACIÓN POR MERCURIO	45
5.3.1. Contaminación por Mercurio en Colombia	56
5.3.2. Otros Casos en el Mundo	67
6. CONVENIO DE MINAMATA	72
6.1. CONVENIO DE MINAMATA COMO INSTRUMENTO INTERNACIONAL	74
6.2. PRINCIPALES ASPECTOS ABORDADOS	76
6.3. COMPROMISOS ADQUIRIDOS POR COLOMBIA	81
7. LA GESTIÓN AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA CUMPLIR CON EL CONVENIO DE MINAMATA	87
7.1. PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL APLICADOS AL CONVENIO DE MINAMATA	88
7.2. EL DESARROLLO SOSTENIBLE APLICADO AL CONVENIO DE MINAMATA	96
8. BENEFICIOS DE LA FIRMA DE COLOMBIA EN EL CONVENIO DE MINAMATA	101
8.1. CAMBIOS ADOPTADOS POR COLOMBIA	103
8.2. BENEFICIOS DE CUMPLIR LOS LINEAMIENTOS DEL CONVENIO DE MINAMATA	111
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	120
ANEXOS	130



## TABLA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema del Ciclo de Vida de un Producto	pág. 33
<b>Figura 2:</b> Principales Compuestos del Mercurio Presentes en Descargas Industriales	48
<b>Figura 3:</b> Ciclo Global del Mercurio	54
<b>Figura 4:</b> Ciclo de Biotransformación del Mercurio	55
<b>Figura 5:</b> Funcionamiento del Método de Electrorrecuperación	109

## TABLA DE GRÁFICOS

	pág.
<b>Gráfico 1:</b> Emisiones Globales de Hg	25
<b>Gráfico 2:</b> Fuentes de Contaminación Industrial por Mercurio	28
<b>Gráfico 3:</b> Toneladas de Mercurio Importadas por la Empresa Refisal en 2013	58
<b>Gráfico 4:</b> Distribución Porcentual del Tipo de Exposición Según el Oficio	62
<b>Gráfico 5:</b> Crecimiento Poblacional de Lemna Minor a Diferentes Concentraciones de Mercurio (C0 = 0,00 mg/L; C1 = 0,01 mg/L; C2 = 0,10 mg/L; C3 = 1,00 mg/L; C4 = 10,00 mg/L).	65
<b>Gráfico 6:</b> Mortalidad de la Población de Lemna Minor a Diferentes Concentraciones de Mercurio (C0 = 0,00 mg/L; C1 = 0,01 mg/L; C2 = 0,10 mg/L; C3 = 1,00 mg/L; C4 = 10,00 mg/L).	65
<b>Gráfico 7:</b> Funcionamiento de los Principios Básicos de la Gestión Ambiental Para Lograr la Mejora Continua	95
<b>Gráfico 8:</b> Recuperación de Oro y Pérdidas de Mercurio Utilizando 3Kg de Mercurio por Cada Tonelada de Mineral en un Tiempo de 2H de Amalgamación	104
<b>Gráfico 9:</b> Recuperación de Oro y Pérdidas de Mercurio Utilizando 3.5Kg de Mercurio por Cada Tonelada de Mineral en un Tiempo de 4H de Amalgamación	105
<b>Gráfico 10:</b> Pirámide de la Estrategia de Gestión de Residuos Peligrosos	107

## TABLA DE MAPAS

	pág.
<b>Mapa 1:</b> Plantas de Cloro-Álcali con Celdas de Mercurio en América Latina y el Caribe 2013	82
<b>Mapa 2:</b> Mapa Mundial de Liberación de Mercurio por Año al Medio Ambiente	84

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1:</b> Metales Pesados por Fuente de Contaminación en la Provincia de Hubei	68
<b>Tabla 2:</b> Consumo de Mercurio y Liberación del Mismo por Parte de las Industrias que más lo Utilizan	101
<b>Tabla 3:</b> Cantidad de Mercurio en el Hospital General San Felipe	112

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A.</b> Fuentes y usos del mercurio dependiendo su forma química	131
<b>ANEXO B.</b> Medidas de prohibición acordadas en el Convenio de Minamata para Procesos Productivos.	132
<b>ANEXO C.</b> Medidas de Prohibición Acordadas en el Convenio de Minamata para Productos con Mercurio Añadido.	133
<b>ANEXO D.</b> Ubicación de Colombia respecto a la cantidad de mercurio importada.	134
<b>ANEXO E.</b> Métodos utilizados para descontaminar el suelo de metales pesados	135

## GLOSARIO

**ANTROPOGÉNICO:** Resultante de la actividad de los seres humanos o producido por estos.

**BIOACUMULACIÓN:** acumulación de una sustancia química en los tejidos de un organismo después de ser absorbido del medio ambiente circundante, que es generalmente acuático.

**BIOMAGNIFICACIÓN:** el aumento de la bioacumulación de una sustancia a lo largo de la cadena trófica. Algunos productos químicos tienden a acumularse a lo largo de la cadena trófica presentando concentraciones sucesivamente mayores al ascender en la misma.

**CUERPOS DE AGUA:** cantidad de agua encontrada en la superficie o en el subsuelo de la tierra que puede estar en estado líquido o sólido.

**EFFECTOS TÓXICOS:** consecuencia de la capacidad para causar daño a un organismo vivo así como respecto de cualquier efecto adverso de una sustancia química en organismo vivo.

**EXPOSICIÓN:** entrar en contacto con una sustancia tóxica que puede causar daño al organismo expuesto.

**INDICADOR AMBIENTAL:** herramientas que proporcionan el significado holístico de la información de las relaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales de un ambiente determinado.

**MERCURIO:** elemento químico del grupo VIII, de número atómico 80; es el único metal líquido a temperatura ambiente, es altamente tóxico y puede llegar a los ecosistemas en cantidades significativas por la atmósfera o por consumo directo de los animales. Usado en amalgamas, termómetros, barómetros y lámparas.

**METALES PESADOS:** elementos metálicos que tienen un peso molecular relativamente alto por ejemplo, plomo, plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc, tóxicos para la mayoría de los seres vivos, son biorrefractarios y bioacumulativos por lo que están comúnmente asociados con problemas de contaminación y toxicidad. Están presentes también en los combustibles fósiles y por tanto son contaminantes de la atmósfera por los procesos de combustión industrial.

**PERJUDICIAL:** puede ser negativo o causar daño a algo o alguien.

## **RESUMEN**

La monografía analiza la importancia del Convenio de Minamata para los países firmantes y especialmente para Colombia. A partir de la revisión de fuentes documentales se resaltan los beneficios que conlleva el cumplimiento de los compromisos adquiridos, el significado de la enfermedad de Minamata, los problemas de contaminación y sus causas, la intoxicación y el envenenamiento con mercurio y finalmente se presenta el estado actual del Convenio de Minamata.

Palabras Clave: Contaminación Industrial, Gestión Ambiental, Instrumento Internacional, Mercurio, Minamata.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación por mercurio ha causado graves daños ambientales y numerosos efectos tóxicos en la salud humana, los conocimientos sobre los efectos tóxicos de este metal pesado vienen siendo demostrados desde que en el año 1956 se estudiaron casos de intoxicación y envenenamiento por mercurio en la ciudad de Minamata, Japón.

Con la aparición de estos casos se le llamo a este mal neurológico como la enfermedad de Minamata, y a partir de casos presentados en todo el mundo en los que se contamina con mercurio, los países que se interesaron en controlar este grave problema se unieron para crear un instrumento internacional vinculante que en el año 2013 se concluyó y se puso a disposición para que fuera firmado por los países interesados en unirse al objetivo del convenio, potencias mundiales y países de todos los continentes firmaron el convenio y como Colombia, buscaron por medio de leyes y planes tratar de buscar una guía para cumplir con los lineamientos del convenio en el tiempo establecido en este.

Conocer los beneficios y cambios que debe asumir Colombia frente a la firma del Convenio de Minamata, muestra un panorama de cómo se puede seguir creciendo como país de una manera amigable con el medio ambiente, evitando efectos tóxicos en la salud de las personas por culpa del mercurio y cambiando tecnologías para lograr productos libres de este metal pesado, así dando una mejor calidad de vida a las generaciones futuras y una mejor salud para ellas.

Con esta monografía se busca informar y mostrar la perspectiva de la implementación en Colombia del Convenio de Minamata, mostrar sus beneficios y cambios a realizar para dar cumplimiento en los plazos estipulados al convenio, también se muestran los graves peligros y efectos tóxicos de la no correcta manipulación del mercurio así como los desastres, tanto ambientalmente como en la salud humana, causados por la falta de control de este metal pesado y de sus liberaciones y desechos, además se informa sobre los daños causados por la disposición inadecuada de productos y desechos que contienen mercurio, siendo procedimientos perjudiciales para la salud tanto humana como de animales y plantas, y su concentración en el medio ambiente.

Por medio de un instrumento de gestión ambiental como lo es el Convenio de Minamata, se pueden comprender los alcances y responsabilidades que cada país firmante debe cumplir para lograr el objetivo del convenio y eliminar la contaminación antropogénica de mercurio cambiando y controlando las fuentes productoras de contaminación por mercurio con nuevas tecnologías y políticas que den muestra de cómo tener un futuro libre de mercurio.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la importancia y el cumplimiento de los compromisos adquiridos por Colombia al firmar el convenio de Minamata.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir que es el convenio de Minamata.
- Identificar la Enfermedad de Minamata y su importancia para el convenio de Minamata.
- Identificar los principales aspectos abordados en el acuerdo de Minamata.
- Identificar los orígenes del convenio de Minamata.
- Analizar los beneficios esperados por Colombia al aplicar los lineamientos del convenio de Minamata.

# 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1. ANTECEDENTES

El mercurio se ha utilizado en la industria desde hace muchos años, un ejemplo de esto son algunos tipos de baterías y los termómetros, aunque la presencia del metal en estos no tiene un impacto negativo directo sobre la salud humana, el contacto directo con el mercurio puede hacer que se absorba a través de los tejidos superficiales de los seres vivos. Como lo expresa Doadrio<sup>1</sup>, la absorción del mercurio es alta por vía cutánea, en algunos antisépticos, diuréticos y en los jabones organomercuriales, se utiliza mercurio para su fabricación; uno de los antisépticos más conocidos es el Mercurocromo el cual tiene hasta el 27% de mercurio, el Mercuriclorofenoxiacetato de sodioveronal, más conocido como Novasurol, es un diurético de vía intramuscular, en ambos casos al unirse el mercurio a una molécula orgánica, se ha intentado disminuir su acción tóxica, pero aun en bajas concentraciones el mercurio es perjudicial para la salud humana y el medio ambiente.

Según la investigación de Crespo<sup>2</sup>, el peligro de la presencia de mercurio en el agua se reconoció mundialmente hacia el año 1956 cuando ocurrió un grave desastre en la bahía de Minamata, Japón, un mal neurológico grave se extendió rápidamente por toda la bahía afectando a personas y animales que consumían de esta agua y los peces de la zona, varios años después se demostró que la responsable de esta enfermedad había sido la industria química Chisso Hiryo Company.

Cuenta Yacuzzi<sup>3</sup>, que la corporación Chisso tiene su planta más famosa en la ciudad de Minamata, esta planta fue la responsable de la aparición de la enfermedad de Minamata, un mal neurológico generado por el envenenamiento por mercurio. Una de las industrias que más residuos de mercurio tiene, es la industria minera de oro; "Esta actividad se ha convertido en un importante problema de salud pública debido a varios factores como el uso de mercurio durante el proceso de amalgamación del oro, la contaminación del ecosistema y la exposición de la población de la región"<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959

<sup>2</sup> CRESPO, María; HERCULANO, Anderson; CORVELO, T. DO NASCIMENTO, José. Mercurio y Neurotoxicidad En: Revista de Neurología. 2005

<sup>3</sup> YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

<sup>4</sup> IDROVO, Alvaro; MANOTAS, Luis; VILLAMIL, Gladys; ORTIZ, Jaime; SILVA, Elizabeth; ROMERO, Saúl. AZCÁRATE, Carlos. Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guainia (Orinoquía Colombiana) En: Biomédica. 2001. 21: 134.

En Colombia el oro es extraído de la tierra mayormente en los departamentos de Bolívar, Chocó y Antioquía, pero esto no quiere decir que sean los únicos departamentos. La minería aurífera tiene contacto directo o indirecto con una gran cantidad de personas, el sur del departamento de Bolívar, es considerada la zona que mayor cantidad de minas de oro alberga en Colombia. “La minería aurífera se realiza en forma completamente artesanal empleando mercurio metálico en los procesos de beneficio, involucra a cerca de 33.000 personas que reciben influencia directa e indirecta de esta actividad”<sup>5</sup>.

La industria minera produce grandes cantidades de mercurio que se deshecha sin tratamiento previo y sin darle la disposición adecuada, cuenta Arana<sup>6</sup>, que por cada kilogramo de oro producido, se utilizan dos kilogramos de mercurio.

El mercurio metálico se utiliza en las actividades de extracción de oro tanto aluvial como de filón. En el proceso de la extracción aluvial, el mercurio forma una amalgama con el oro granulométrico que se encuentra disperso en el sedimento del lecho del río; posteriormente, el mercurio puede ser lanzado al ambiente en forma de vapor durante la quema de la amalgama y en forma líquida a través de los vertimientos que son arrojados a los cuerpos de agua o que se dejan a campo abierto sin ningún tipo de tratamiento<sup>7</sup>.

Casos de industrias de todo tipo que desechan sus residuos de mercurio a cuerpos de agua directamente sin darle un tratamiento adecuado se presentan por todo el mundo, en Colombia se iniciaron a presentar casos de presencia de este metal pesado en el agua y en los animales que dependen de esta, los cuales en muchos casos eran alimento de la gente del país, dice Rey<sup>8</sup>, que con el aumento de los casos en los que se encontraba presencia de mercurio en el pescado, se llegó al acuerdo final del convenio de Minamata para gestionar responsablemente este metal pesado que se transporta por agua o por el aire atmosférico gracias a su alta volatilidad, los países iniciaron a interesarse por este convenio y por unirse al grupo de trabajo Mercurio Cero para cuidar el medio ambiente y la salud humana de la presencia del mercurio.

Solamente en los últimos 20 años, en el ámbito internacional, se ha reconocido como un problema prioritario el manejo de los residuos peligrosos. Los diferentes acontecimientos y desastres ambientales

---

<sup>5</sup> OLIVERO, Jesús. MENDOZA, Claudia. MESTRE, Judith. Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia En: Rev. Saude Pública. 1995. 29(5). 376-9

<sup>6</sup> ARANA, Marco. Gestión del agua en contexto de cambio climático y conflictividad ambiental. 2014.

<sup>7</sup> IDROVO. Op. Cit., p. 135.

<sup>8</sup> REY, Lucía. Metales, Peces y Otros Problemas Mundiales. 2014

relacionados con los residuos peligrosos han suscitado el establecimiento de sistemas de control. Así por ejemplo, el Japón fue uno de los primeros países en establecerlo como acto seguido al incidente de Minamata, el cual ocasionó varias muertes en los años 60, debido al consumo de pescado contaminado con residuos de mercurio vertidos al mar<sup>9</sup>.

El acuerdo se planteó y se firmó tras analizar las lecciones aprendidas de la enfermedad de Minamata, y de todos los riesgos que trae a la salud humana.

La exposición al mercurio elemental e inorgánico se asocia a cuadros clínicos de hidrargirismo o mercurialismo, con afectación del sistema nervioso central (irritabilidad, labilidad emocional, cambios de personalidad, polineuropatía, amnesia), insuficiencia renal aguda, patologías del sistema cardiovascular (hipertensión arterial, taquicardia), de la piel (dermatitis de contacto, acrodinia) y del sistema respiratorio (neumonitis, fibrosis, edema pulmonar). En su forma orgánica (metilmercurio) presenta el síndrome de Minamata asociado principalmente al consumo de pescado y caracterizado por afectación del sistema nervioso central en el adulto, que se manifiesta con parestesias, neuropatía periférica, temblor, disartría, ataxia cerebelosa, trastorno de la marcha y del equilibrio, disfunciones visuales y auditivas, además de ciertos síntomas subjetivos (cefalea, fatiga, artralgia, mialgia, amnesia)<sup>10</sup>.

Pero los mayores problemas para la salud están ligados a la capacidad del metilmercurio para atravesar la barrera placentaria y hematoencefálica, con importantes riesgos para el desarrollo fetal en gestantes consumidoras de ciertas especies de pescado, que se manifiesta con deterioro cognitivo del niño. En la bibliografía existen suficientes evidencias a este respecto, calculándose que por cada 1 µg/g de mercurio en cabello materno, se encontrará una reducción de 0,18 puntos en el CI del feto tras su nacimiento. También se asocia el consumo de metilmercurio con un mayor riesgo cardiovascular en el adulto e incluso hipertensión arterial en el niño<sup>11</sup>.

El Convenio de Minamata busca, entre otros puntos, “abordar los aspectos relacionados con la salud de la exposición al mercurio y los compuestos del mercurio en el contexto de sus usos en el sector de la salud, así como los demás efectos negativos sobre la salud que se deberían prevenir o tratar, garantizando la

---

<sup>9</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. ISBN 958-97785-2-6.

<sup>10</sup> GRANADOS, Joaquín. Riesgos del mercurio para la salud. 2013.

<sup>11</sup> Ibid., p. 2.

gestión racional del mercurio y los compuestos del mercurio durante todo su ciclo de vida”<sup>12</sup>.

“Este acuerdo, denominado Convenio de Minamata sobre el Mercurio, es una respuesta a la comprensión de que la contaminación por mercurio es un problema global que ningún país puede resolver por sí solo. La elaboración del convenio tardó cuatro años, y más de 130 naciones llegaron a un consenso sobre un texto definitivo para la misma en enero de 2013”<sup>13</sup>.

Como cuenta Lennett<sup>14</sup>, el acuerdo final se alcanzó durante el Comité Intergubernamental de negociaciones 5, el sábado 19 de enero de 2013, y fue abierto a la firma en la conferencia diplomática de Kumamoto, Japón los días 10 y 11 de octubre de 2013.

## **1.2. FORMULACIÓN**

Tras una ardua investigación documental sobre los metales pesados y lo perjudiciales que son, el Convenio de Minamata se detalló como una oportunidad para controlar la contaminación por metales pesados, específicamente por mercurio, siendo uno de los metales pesados que más daño ha hecho en la salud humana y en el ambiente.

La importancia que las partes firmantes del convenio le han dado, está ligada a la efectividad que este puede tener, y a los resultados que tendrá en cada uno de los países firmantes, por esto no solo las directivas de Colombia, sino toda su población deben comprometerse en cumplir con los lineamientos del convenio y así lograr los objetivos propuestos en este.

La monografía “Compromisos de Colombia con el Convenio de Minamata” fue realizada con la finalidad de informar sobre la historia de este convenio, la importancia de implementarlo y cumplir sus lineamientos en Colombia, lo perjudicial que es el mercurio, el cuidado que se debe tener al estar en contacto con este metal pesado y mostrar como este ha afectado al medio ambiente y a la salud humana a través de los años.

---

<sup>12</sup> 67.ª ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD. Repercusiones de la exposición al mercurio y a los compuestos mercuriales en la salud pública: la función de la OMS y de los ministerios de salud pública en la aplicación del Convenio de Minamata. 2014. Punto 14.5 del orden del día.

<sup>13</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata sobre el Mercurio En: Salud pública de México. 2014. Vol. 56 Issue 1, p85-92. 8p. 5 Black and White Photographs.

<sup>14</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

Al igual que informar, se hacen recomendaciones para próximas investigaciones sobre el Convenio de Minamata y su implementación en Colombia buscando que no solo se investigue que es sino también la manera correcta de implementarlo, y a futuro tomar ejemplo de los avances mostrados por otros países firmantes del convenio y los errores cometidos para evitarlos en la implementación del convenio en Colombia.

### **1.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La presencia de mercurio en la Biosfera ha generado graves daños en los seres vivos, además de la bioacumulación y biomagnificación que se da a través de las cadenas tróficas, en los humanos la exposición al mercurio genera daños en el cerebro, riñones, pulmones, piel, ojos, sistema nervioso y desarrollo del feto, con el paso de los años las pruebas científicas y médicas de los efectos negativos que tiene el mercurio en la salud humana han demostrado que se debe controlar el uso del mercurio y su disposición.

Recientemente más de 140 países como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, México y Colombia han firmado el convenio de Minamata, con el fin de controlar la presencia de mercurio en la biósfera y mitigar sus impactos en el ambiente y en la salud humana. La capacidad de bioacumulación del mercurio en los ecosistemas ha preocupado enormemente a los países firmantes, y con distintos puntos a tratar, se ha acordado gestionar la utilización del mercurio de manera eficaz, efectiva y coherente para así lograr evitar los riesgos que representa su presencia para los seres vivos.

Teniendo en cuenta la firma de este convenio por parte de Colombia se busca analizar los compromisos de Colombia con el convenio de Minamata, así mismo se busca conocer ¿por qué es importante para Colombia aplicar los lineamientos del convenio?, ¿qué es el convenio de Minamata y cuál es su origen?, ¿por qué es importante la enfermedad de Minamata en el estudio y desarrollo de este acuerdo? Y ¿cuáles son los beneficios esperados al aplicar los lineamientos del convenio de Minamata?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Para Colombia es de gran importancia involucrarse en acuerdos de este tipo por los cuales puede proponer normas más exigentes para las cantidades de mercurio que se importan, se utilizan en el país y se disponen sin el tratamiento o aprovechamiento adecuado, con esto buscando mejorar la calidad de vida y la salud de los habitantes del país, evitar daños al medio ambiente y utilizar nuevas tecnologías y procedimientos que satisfagan las necesidades actuales de productos sin tener que usar mercurio.

El convenio de Minamata evalúa las lecciones aprendidas de la enfermedad de Minamata y muestra a los países firmantes un modo de gestionar correctamente este metal pesado perjudicial para la salud humana, los seres vivos y el medio ambiente debido a que este es un metal que no se puede retirar fácilmente del agua, además genera fenómenos no beneficiosos como la bioacumulación y la biomagnificación.

Como dice el informe del proyecto de Convenio de Minamata sobre el Mercurio realizado por el UNEP<sup>15</sup>, el acuerdo de los gobiernos para prohibir antes de 2020 la producción, importación y exportación de productos que contienen mercurio ha generado alternativas que no contienen mercurio y se podrán incorporar gradualmente como baterías, interruptores, lámparas fluorescentes, jabones, cosméticos y termómetros entre otros.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia<sup>16</sup>, por medio de un informe comenta que teniendo en cuenta las lecciones aprendidas tras la enfermedad de Minamata, especialmente los efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente por presencia de mercurio, y la necesidad de gestionar correctamente este metal pesado, se busca prevenir incidentes de esta índole en el futuro al firmar este convenio.

En la Agenda 21 que ha usado Colombia, se tienen en cuenta puntos en los cuales se busca organizar programas de reducción del riesgo, al hablar de sustancias químicas y peligrosas como el mercurio, se menciona el “desarrollo de estudios y proyectos de producción más limpia en las actividades de minería aurífera artesanal y de pequeña escalas una, encaminados a la reducción del uso del mercurio y

---

<sup>15</sup> UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. UNEP. New global treaty cuts mercury emissions and releases, sets up controls on products, mines and industrial plants. 2013.

<sup>16</sup> MINAMBIENTE COLOMBIA. MINAMBIENTE. *MINAMBIENTE*. [sitio web] Colombia 2016 [Consultado 2, Noviembre, 2016]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2499-minambiente-radica-proyecto-de-ley-sobre-uso-del-mercurio-en-el-congreso>

liberaciones al ambiente”<sup>17</sup>, por lo que el convenio de Minamata es una herramienta que ayudará a Colombia a lograr cumplir los objetivos que respectan a la correcta gestión del mercurio.

Comenta Sandoval<sup>18</sup>, que se debe fortalecer la gestión de residuos peligrosos con el desarrollo e implementación de estrategias por parte de empresas tanto públicas como privadas y así diferenciar, tratar y disponer correctamente los residuos peligrosos como plaguicidas, medicamentos vencidos, baterías de plomo ácido, aceites usados, bombillas con contenido de mercurio entre otros.

Campañas por parte de empresas como la de mercurio cero, impulsan a la gente a no utilizar mercurio, un ejemplo de esto es el cambio de termómetros de mercurio por termómetros digitales, “cuando un termómetro se rompe, el mercurio líquido puede -en parte- evaporarse en el ambiente y el resto, ir a parar con la basura común y contaminar el agua y el suelo. Si los restos del termómetro roto se tiran por el inodoro, el mercurio termina en los ríos, contaminándolos”<sup>19</sup>.

“Una pila botón de mercurio puede contaminar hasta 600.000 litros de agua, el equivalente al consumo de treinta personas durante toda la vida”<sup>20</sup>, estos ejemplos muestran que las políticas para gestionar correctamente el mercurio y disminuir su uso, aunque tarda un tiempo considerable en implementarse pueden ayudar considerablemente al cuidado del medio ambiente y de la salud humana así como la de los otros seres vivos.

Conocer las ventajas, desventajas y cambios que debe asumir Colombia frente a la firma de este convenio muestra un panorama de cómo se puede seguir creciendo como país de una manera amigable con el medio ambiente y que de una mejor calidad de vida a las generaciones futuras y una mejor salud.

---

<sup>17</sup> SANDOVAL, José. LIÉVANO, Juan. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Agenda 21, Colombia, 20 años siguiendo la Agenda 21. 2012. ISBN: 978-958-8491-62-2. p. 93.

<sup>18</sup> Ibid., p. 97

<sup>19</sup> FERERES, José. CARMONA, Manuel. Boletín informativo del Aula de Educación Ambiental. 2011. N.50. p. 12.

<sup>20</sup> Ibid., p. 22.

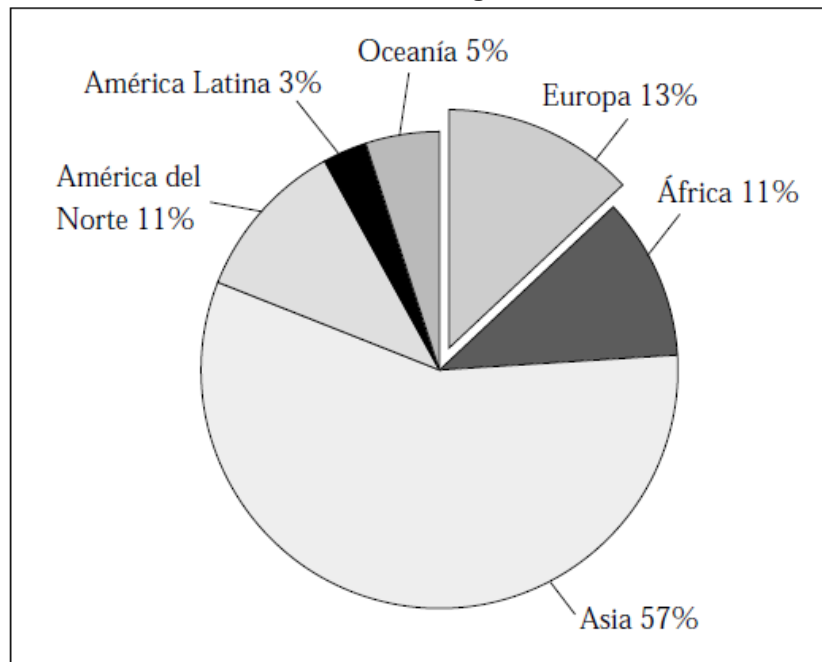


### 3. MARCO TEÓRICO “CONVENIO DE MINAMATA”

Actualmente se han realizado muchos estudios sobre la toxicidad del mercurio, demostrando que a pesar de ser tan utilizado por la humanidad, este no ha sido regulado de manera adecuada aunque se conocen sus efectos tóxicos en el medio ambiente y en la salud de los seres vivos. “produce daño al sistema nervioso central, perturbaciones del comportamiento y lesiones renales. Se acumula en todos los seres vivos y no es esencial para ningún proceso biológico”<sup>21</sup>.

Muestra García<sup>22</sup>, que en el Gráfico 1 los porcentajes globales en los que se aportan emisiones de mercurio, mostrando así que especialmente en Asia, pero en general en todo el mundo se debe controlar las emisiones de este metal tóxico que ha llegado a las 2615 toneladas anuales a nivel mundial, sin incluir las cantidades de este metal que son vertidas en cuerpos de agua.

**Gráfico 1: Emisiones Globales de Hg**



**Fuente:** GARCÍA, J.A.; FERRIS, J.; ANDREU, J.A.; MACÍAN, Marco; GARCÍA, J.; CONESA, A.; ORTÍ, A.; PALACIOS, E.; MOLINA, F.; LORENTE, D. Hospitales sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. 2003.

<sup>21</sup> RAMÍREZ, Augusto. INTOXICACIÓN OCUPACIONAL POR MERCURIO En: An. Fac. med. 2008; 69(1): p. 46 – p. 51.

<sup>22</sup> GARCÍA, J.A.; FERRIS, J.; ANDREU, J.A.; et. al. Hospitales sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. 2003.

“La producción minera aporta alrededor del 50-60% de los suministros, complementados con el metal reciclado en cuantía no bien conocida pero de carácter irregular, y con los voluminosos almacenamientos gubernamentales y en poder de los principales productores. La demanda global de mercurio parece haberse estabilizado, descendiendo en Europa y EE.UU, pero manteniéndose fuerte en los mercados de China y Asia en general.”<sup>23</sup>

Asia ocupa el primer lugar debido a su economía basada en la producción, cuenta Chaize<sup>24</sup>, que el mayor productor de oro para 2009 del mundo se encuentra en Asia, China había logrado liderar la producción con cerca de 260 toneladas de oro, aumentando su producción en cerca del 59% en el intervalo de 2001 a 2009. Actualmente China ocupa el tercer lugar de producción. La producción de electrodomésticos, bombillas, celdas de mercurio y sistemas instrumentales en Asia ha sido uno de los factores claves para llegar a ser el continente que mayor cantidad de mercurio produce.

La toxicidad del mercurio está directamente relacionada con su estado químico. El metilmercurio es la forma más dañina, con efectos neurotóxicos en adultos y en fetos de madres expuestas. El mercurio metálico no es menos tóxico. Las sales de mercurio inorgánico afectan directamente al riñón. Clínicamente, en la exposición ocupacional a mercurio se encuentra la triada clásica: temblor, alteración de la personalidad y estomatitis. En los últimos años se ha demostrado también alteración en la visión cromática<sup>25</sup>.

La contaminación por mercurio proveniente de la industria es la que más preocupa a la humanidad, existen varias actividades industriales que como residuos generan Mercurio disuelto en agua o en forma de emisiones atmosféricas, los productos de muchas industrias también son preocupantes ya que contienen mercurio que entrará en contacto con seres vivos o al ser desechado el producto contaminará cuerpos de agua o la atmósfera.

“En la actividad minera donde se beneficia el oro, uno de los principales riesgos es la exposición al mercurio, lo cual puede generar enfermedades, de forma ocupacional al personal que se expone directamente a los vapores del mercurio y que tiene contacto con éste en condición líquida”<sup>26</sup>.

---

<sup>23</sup> INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mercurio. [sitio web] España 2003 [consultado 15, Diciembre, 2016]. Disponible en: [http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2003\\_04/MERCURIO03.pdf](http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2003_04/MERCURIO03.pdf)

<sup>24</sup> CHAIZE, Thomas. La Producción de oro en el mundo 2009. 2009

<sup>25</sup> RAMÍREZ, Augusto. INTOXICACIÓN OCUPACIONAL POR MERCURIO En: An Fac med. 2008; 69(1): p46 - p51

<sup>26</sup> ARIAS, Laura; CASTAÑO, Jairo; URIBE, Ana. Condiciones sociodemográficas, laborales y de salud en las personas expuestas a mercurio de forma ocupacional y no ocupacional en los municipios de Segovia y

La minería es uno de las principales industrias generadoras de mercurio, otras también conocidas son según cuenta el UNEP<sup>27</sup>, que a lo largo del tiempo este metal pesado se ha utilizado en distintos procesos industriales como los de producción de cloro, polímeros como PVC y poliuretano, explotación de carbón y petróleo, combustión estacionaria de combustibles fósiles y materiales de desecho, procesamiento de minerales y utilización de hornos de cemento.

Existen productos que contienen concentraciones de mercurio que luego de salir de la fábrica entran en contacto con los seres humanos, cuerpos de agua y alimentos que consumen las personas. Cuenta Doadrio<sup>28</sup> que los óxidos de mercurio se han utilizado en terapéutica y en ocasiones con fines criminales al igual que el yoduro mercúrico, el nitrato mercúrico se utiliza para cauterizar ulceraciones, el oxicianuro de mercurio se emplea en cirugía, urología y en oftalmología como antiséptico, el fulminato de mercurio se utiliza en la fabricación de explosivos, de manera orgánica se encuentra el mercurio en jabones antisépticos organomercuriales, diuréticos, antisépticos.

“En las pantallas de cristal líquido planas está montada una lámpara fluorescente con mercurio para la iluminación del fondo”<sup>29</sup>. En productos de uso diario así como en productos eléctricos y electrónicos, se encuentra la presencia del mercurio, haciendo que la preocupación por la regulación del uso de este metal no sea solo al contaminar recursos naturales por vertimientos o emisiones sino en la producción de los distintos productos que contienen mercurio. Hay muchos otros productos de distinto tipo que también tienen mercurio en sus componentes así como procesos de producción que lo utilizan para lograr obtener sus productos finales que en ocasiones llegan a contener concentraciones residuales de este metal. En el Gráfico 2 se muestran las principales fuentes de contaminación por mercurio en el mundo.

---

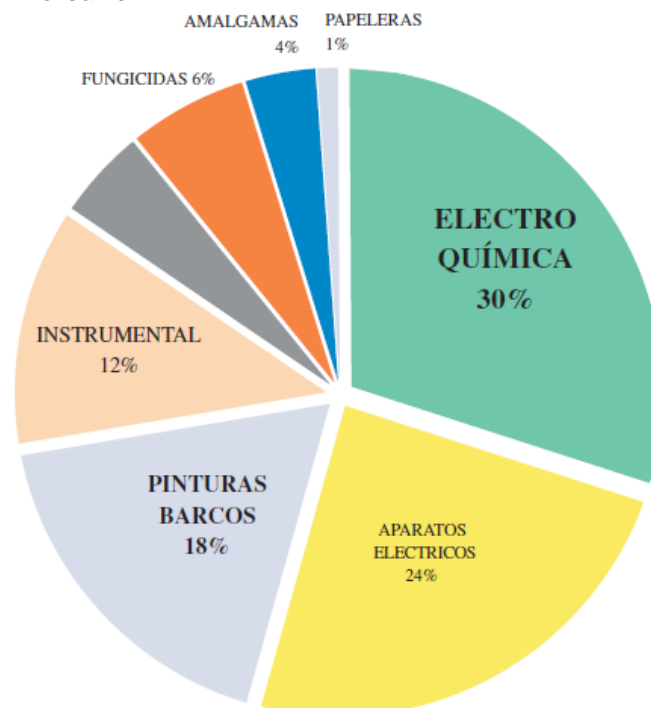
Remedios en el departamento de Antioquia durante el segundo semestre del año 2013 y el primer semestre del año 2014. 2014.

<sup>27</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. UNEP. [sitio web][consultado 7, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.pnuma.org/sustanciasdaninas/index.php>

<sup>28</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959

<sup>29</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. 2010.

**Gráfico 2: Fuentes de Contaminación Industrial por Mercurio**



**Fuente:** DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio *En:* Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959

Según el Centro Coordinador Convenio Basilea-Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y Caribe<sup>30</sup>, la industria electroquímica utiliza el mercurio en las celdas de las baterías, en los aparatos eléctricos como lavarropas, congeladores, microondas, sistemas de ventilación, planchas, monitores, calefactores y acondicionadores de aire se encuentra presencia de mercurio en los interruptores y sensores de llama, en cada equipo se encuentran concentraciones desde 0.001 hasta 400 g Hg/producto, las pinturas de barcos todavía tienen al mercurio como parte de la mezcla, aunque hacia los años 90 se prohibió el uso de mercurio en la pintura en general la industria de la pintura de barcos todavía utiliza el mercurio como conservante.

También dice el Centro Coordinador Convenio Basilea-Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y Caribe<sup>31</sup>, que en la industria instrumental y de control, el mercurio hace parte de muchos termómetros, barómetros y manómetros, en los termómetros domésticos el contenido varía desde 50 a 1200 mg Hg, en

<sup>30</sup> CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA-CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Lista de Productos Con Mercurio [sitio web] [consultado en 7, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/es/mercurio/proyecto/lista/>

<sup>31</sup> Ibid., p. 6.

equipos industriales la cantidad de mercurio varía desde 5 hasta 620g por producto, el mercurio en plaguicidas y fungicidas fue prohibido en 1988 pero actualmente se usa etilmercurio y metilmercurio para tratamiento de semillas y producción de papel, otro de los productos más contaminantes son las lámparas fluorescentes, de sodio a alta presión, de vapor de mercurio las cuales contienen 5 hasta 1000 mg Hg / Lámpara.

En Minamata, Japón, ocurrió una de las más grandes tragedias con mercurio en la historia de la humanidad, desde esta tragedia se inició a estudiar la influencia del mercurio en el cuerpo humano y la naturaleza, a partir de este hecho histórico se le dio el nombre al Convenio de Minamata.

A partir de la década de 1950 se empezaron a hacer evidentes graves males neurológicos en la población, que a veces acarrearaban la muerte. Se descubrió más tarde que se debían a la intoxicación con compuestos de mercurio arrojados a la bahía por las plantas químicas e ingeridos luego por el hombre a través de la cadena alimentaria. La enfermedad de Minamata, así bautizada, produjo una ola de preocupación en el mundo entero, al ser la primera enfermedad cuya causa documentada podía atribuirse a la contaminación industrial del agua del mar<sup>32</sup>.

Cuenta Yacuzzi<sup>33</sup>, que entre los años 1932 y 1968 la empresa Chisso, productora de carburo de calcio, vertió cerca de 27 toneladas de mercurio y otros contaminantes, para compensar los daños creados en la bahía de Minamata y la destrucción de las áreas pesqueras que alimentaban a la población costera, la compañía prefería dar dinero a la población a construir un sistema de tratamiento de efluentes.

La contaminación generada por la empresa Chisso en la bahía de Minamata generó un trastorno en la población además de los daños medioambientales y los daños a la población de animales de la zona, a este trastorno se le conoció como la enfermedad de Minamata.

“Hacia mediados de los '50, la gente de Minamata empezó a notar síntomas extraños en el entorno: gatos que bailaban, pájaros en vuelo que súbitamente caían a la tierra y, peor aún, comportamientos anómalos en los seres humanos, como discursos sin sentido, movimientos involuntarios, desmayos y hasta ceguera. El pánico se generalizó en Minamata, al no poder identificarse inicialmente el origen

---

<sup>32</sup> YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

<sup>33</sup> Ibid., p. 5.

del mal”<sup>34</sup>. A pesar de los múltiples casos que se presentaron, no se hizo una investigación a fondo para demostrar la causa de esta enfermedad y corregirla.

La empresa negó la evidencia sobre su responsabilidad hasta que el Dr. Hosokawa realizó los experimentos con los gatos; solo entonces Chisso firmó acuerdos con las víctimas, según los cuales la firma pagaría por la mala fortuna de los afectados, pero no aceptaba responsabilidad por lo sucedido. La desesperación e ignorancia legal de los firmantes los llevó a aceptar una cláusula que establecía que si "la corporación Chisso es declarada culpable en el futuro, la Compañía no realizará nuevas compensaciones"<sup>35</sup>.

“Finalmente el contaminante responsable fue identificado como metilmercurio, el cual había sido desechado junto con las aguas residuales de una fábrica local de productos químicos propiedad de la Corporación Chisso”<sup>36</sup>. Esta enfermedad dio al mundo una impresión de lo perjudicial que es la contaminación por mercurio, haciendo que se discutiese en varias ocasiones si se debía o no regular el uso, producción, vertimiento y emisiones de mercurio.

La enfermedad de Minamata y otros casos por envenenamiento con mercurio han demostrado que se necesitan medidas preventivas y control sobre esta sustancia tan dañina, la repetida exposición al mercurio y sus compuestos por parte de la población han corroborado la necesidad de medidas tanto preventivas como correctivas para así ser el Convenio de Minamata la respuesta necesaria para afrontar este problema ambiental y social.

### **La Gestión Ambiental y el Convenio de Minamata.**

“El interés por la gestión de los RESPEL es relativamente reciente. Los países desarrollados empezaron a tomar conciencia de estas cuestiones cuando tuvieron que ajustar su amplia legislación medioambiental en las décadas de 1970 y 1980.”<sup>37</sup>

La gestión ambiental según ICONTEC<sup>38</sup>, viene del equilibrio buscado entre el medio ambiente, la sociedad y la economía para satisfacer las necesidades del presente

---

<sup>34</sup> YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

<sup>35</sup> Ibid., p. 6

<sup>36</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.

<sup>37</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Bogotá D.C., Colombia, 2007.

<sup>38</sup> ICONTEC INTERNACIONAL. Compendio HSEQ. Bogotá D.C. 2015. I.C.S.: 03.120.10; 01.040.03.

sin poner en riesgo la capacidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas, con el objetivo de proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales mientras se está en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

Dice Espinoza<sup>39</sup>, que la Gestión Ambiental es un conjunto de acciones que realiza la sociedad con el fin de manejar correctamente el medio ambiente o sus componentes, se construyen alternativas sobre las bases de las preferencias sociales con el fin último de mantener y mejorar la calidad ambiental, conservar, mantener y enriquecer los recursos naturales y los ecosistemas.

Teniendo en cuenta esto, la sociedad, haciendo uso de la gestión ambiental, promovió la realización de un convenio internacional para el control estricto del uso y comercialización del mercurio a nivel mundial, buscando así con plazos únicos, lograr la disminución en el uso de este metal pesado, y lograr que las grandes potencias del mundo como Japón o Estados Unidos firmaran este convenio.

En 2009, tras examinar detenidamente la cuestión, el Consejo de Administración convino en que las medidas voluntarias puestas en marcha hasta la fecha no habían bastado para atender la inquietud provocada por el mercurio, y se acordó que era necesario adoptar nuevas medidas sobre dicha sustancia, cabiendo destacar la preparación de un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio. En consecuencia, fue creado un Comité intergubernamental de negociación encargado de elaborar un instrumento jurídicamente vinculante a nivel 1 En la reunión del Consejo de Administración del PNUMA celebrada en febrero de 2013 se acordó que el órgano pasará a denominarse “Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente”. | 4 mundial sobre el mercurio, el cual debería comenzar su labor en 2010 y concluir las negociaciones antes del 27° período de sesiones del Consejo de Administración, en 2013<sup>40</sup>.

Cuenta El Universo<sup>41</sup>, que poco menos de 140 países del mundo firmaron el convenio en la “Convención Minamata” organizada bajo los auspicios de la ONU. “El Convenio de Minamata en Mercurio es un tratado mundial para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos del mercurio. Se acordó

---

<sup>39</sup> ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Actualización 2007. No. C056. 001. BID/CED, 2002.

<sup>40</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>41</sup> EL UNIVERSO. Alrededor de 140 países firman la "Convención Minamata" sobre mercurio [sitio web] Ecuador [consultado en 8, enero 2017]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2013/10/11/nota/1567631/alrededor-140-paises-firman-convencion-minamata-sobre-mercurio>

en la quinta sesión del Comité Intergubernamental de Negociación en Ginebra, Suiza, el Sábado, 19 de enero 2013”<sup>42</sup>.

“La gestión ambiental contribuye a promover el desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas, normas y actividades operativas y administrativas, estrechamente vinculadas que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida”<sup>43</sup>.

Un convenio de este tipo debe ir de la mano de la gestión ambiental teniendo en cuenta sus principios, y la colaboración de la sociedad en general para dar éxito al propósito de regular y controlar el uso y comercialización de mercurio así como la contaminación generada por este.

Según la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá<sup>44</sup>, la gestión ambiental debe integrarse a factores socioeconómicos y establece como prioridades la prevención, reducción en la generación, el aprovechamiento y el correcto tratamiento y disposición final de los residuos. Esto hace que se deba observar con detenimiento el ciclo de vida de los productos mostrado en la Figura 1 para realizar una correcta gestión en cada etapa del ciclo de vida de un producto y así lograr ir de la mano con los objetivos del Convenio de Minamata y de la Agenda 21 de Colombia.

El ciclo de vida actual de los productos se maneja desde la extracción y producción del producto, pasando por etapas de transporte, almacenamiento, venta, uso, tratamiento o disposición final según corresponda o en la metodología de la cuna a la cuna, lograr reutilizarlo, reciclarlo o lograr evitar que se disponga incorrectamente, en la Figura 1 se muestran cada una de estas etapas de la vida de un producto, en cada una de las cuales el control debe ser estricto en el caso del mercurio para evitar envenenamientos o contaminación del medio ambiente.

---

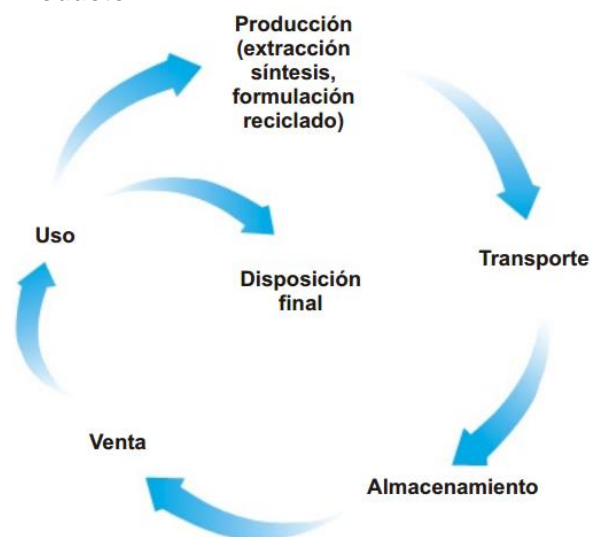
<sup>42</sup> CÁRDENAS, Vivian. Gestión Ambientalmente Racional de Mercurio: Análisis de la Aplicabilidad del Convenio de Minamata en Honduras. 2014. PROGRAMA LÍDERES EN SALUD INTERNACIONAL EDMUNDO GRANDA UGALDE (PLSI) 2013.

<sup>43</sup> ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Actualización 2007. No. C056. 001. BID/CED, 2002.

<sup>44</sup> SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Gestión Integral de Residuos Peligrosos. I.Q. Andrea Cortés Salazar. Bogotá D.C. 2008.



**Figura 1: Esquema del Ciclo de Vida de un Producto**



**Fuente:** INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA.  
Cortinas de Nava, C. 1999

Según Lenett<sup>45</sup> a pesar de que el enfoque es específicamente en el mercurio como problema, el convenio aborda todo el ciclo de vida del mercurio teniendo en cuenta las fuentes de suministro y comercio, los productos con mercurio añadido, los procesos de fabricación donde se necesita mercurio, la extracción de oro artesanal, las emisiones de mercurio, las liberaciones de mercurio tanto al agua como al suelo, el almacenamiento de mercurio, los desechos de mercurio, los sitios ya contaminados por este metal pesado y los aspectos relacionados con la salud. “El objetivo del presente Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio”<sup>46</sup>.

El Convenio busca que las empresas, gobiernos y personas de cada nación firmante se comprometan financieramente y con actos a controlar todo el ciclo de vida del mercurio mediante el cambio de políticas internas, recolección de objetos que contengan mercurio como los termómetros y las lámparas fluorescentes, apoyo financiero para dar a el mercurio una disposición adecuada, cambio en tecnología, diseño de productos y materias primas, y descontaminación por mercurio en los lugares afectados.

<sup>45</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

<sup>46</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

La gestión ambiental de los Respel, está directamente relacionada con los procesos educativos, de capacitación y de concientización que se puedan desarrollar o fortalecer. Estos programas deberán ser extensivos a las autoridades ambientales, entes territoriales, el sector privado y la comunidad en general, y orientados principalmente a brindar elementos conceptuales sobre los residuos peligrosos, la minimización de la generación y el manejo de los Respel entre otros<sup>47</sup>.

La gestión ambiental juega un papel importante en el Convenio de Minamata, más que en el hecho de la creación y firma del convenio, es en el momento de esforzarse por cumplir los compromisos adquiridos al firmar el Convenio de Minamata e implementar nuevas políticas y cambios en el país para lograr regular satisfactoriamente el uso del mercurio, la sociedad en general de cada país firmante debe tomar el compromiso como propio y así lograr que cada una de las partes interesadas en el cumplimiento de los compromisos de este acuerdo ponga de su parte para lograr grandes resultados.

### **El Convenio de Minamata Como Instrumento Internacional.**

Los tratados, protocolos y convenios internacionales ambientales se han implementado en el mundo con el ánimo de conservar y restaurar recursos naturales de interés para todo el planeta, especificando en campos como agua, aire, tierra y los compuestos que contaminan estos tres componentes fundamentales para la vida en la tierra. Factores como la contaminación, el cambio climático y la pérdida de especies han impulsado la firma de diferentes tratados y convenios internacionales en varios campos y a emitir políticas con el fin de reducir el problema tratado en el convenio.

Para Colombia, los desarrollos que se han alcanzado a nivel internacional en materia ambiental resultan de gran importancia, no sólo porque el país se ha constituido en un reconocido promotor y líder en las negociaciones de diversos acuerdos multilaterales ambientales en las áreas de biodiversidad, cambio climático y desechos peligrosos, entre otras; sino fundamentalmente porque algunos de estos instrumentos, así como las obligaciones y compromisos que de ellos se derivan, se han integrado en el ordenamiento jurídico doméstico a través de su ratificación, convirtiéndose así, en elementos básicos para la gestión ambiental nacional<sup>48</sup>.

La Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Humano y la Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo donde se dio origen a la agenda 21, han sido

---

<sup>47</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. ISBN 958-97785-2-6.

<sup>48</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE COLOMBIA. Manual de Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.: María Carolina Casas Méndez, 2002. p. 7.

fundamentales para guiar los esfuerzos conjuntos de diferentes naciones para controlar el daño hecho y preservar recursos como la capa de ozono, el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna, todo gracias a convenios internacionales que buscan la participación de todas las partes interesadas en el convenio para lograr un objetivo en común que preserve la calidad de vida de las especies en el planeta.

“El Programa 21 es un plan de acción integral, creado para ser implementado a nivel mundial, el cual a pesar de no ser de obligatorio cumplimiento para los estados, se convirtió en un tema de importancia primordial para todos los gobiernos de los países participantes, quienes estuvieron de acuerdo en concederle dicha categoría”<sup>49</sup>.

Cuenta Sandoval<sup>50</sup>, que la Agenda 21 creada en la cumbre de la tierra busca impulsar la sostenibilidad y consolidar un nuevo sistema de desarrollo a nivel mundial, como una estrategia global fue suscrita por Colombia y otros 172 países miembros de Naciones Unidas. Aunque se han logrado varios propósitos, todavía queda un largo camino por mejorar.

Según Velásquez<sup>51</sup>, la agenda 21 se creó como un instrumento jurídico que busca ampliar la participación comunitaria en las decisiones, leyes y planes de su región con el fin de que las mismas comunidades ayuden a que las políticas se cumplan y así cumplir los lineamientos de la agenda 21.

El convenio de Minamata para Colombia es el instrumento necesario para apoyar uno de los retos de la agenda 21 para Colombia: “Negociaciones para la elaboración de un instrumento internacional jurídicamente vinculante a nivel sobre el mercurio”<sup>52</sup>. Así mismo encuentra el apoyo para la organización de programas de reducción del riesgo: “Desarrollo de estudios y proyectos de producción más limpia en las actividades de minería aurífera artesanal y de pequeña escala, encaminados a la reducción del uso del mercurio y liberaciones al ambiente”<sup>53</sup>.

---

<sup>49</sup> MORENO, Adriana. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN COLOMBIA, ENMARCADO EN EL PROGRAMA 21 DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Bogotá D.C. Fundación Universidad de América. 2013.

<sup>50</sup> SANDOVAL, José; LIÉVANO, Juan. COLOMBIA, 20 AÑOS SIGUIENDO LA AGENDA 21 [Recurso Electrónico]. Bogotá D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. ISBN: 978-958-8491-62-2.

<sup>51</sup> VELÁSQUEZ, Luz. Agenda 21; a form of joint environmental management in Manizales, Colombia. Environment and Urbanization. Vol. 10, No.2, 1998.

<sup>52</sup> Ibid., p. 91.

<sup>53</sup> SANDOVAL, José; LIÉVANO, Juan. COLOMBIA, 20 AÑOS SIGUIENDO LA AGENDA 21 [Recurso Electrónico]. Bogotá D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. ISBN: 978-958-8491-62-2.

El Programa 21 aborda los problemas acuciantes de hoy y también trata de preparar al mundo para los desafíos del próximo siglo. Refleja un consenso mundial y un compromiso político al nivel más alto sobre el desarrollo y la cooperación en la esfera del medio ambiente. Su ejecución con éxito incumbe, ante todo y sobre todo, a los gobiernos. Las estrategias, planes, políticas y procesos nacionales son de capital importancia para conseguir esto. La cooperación internacional debe apoyar y complementar tales esfuerzos nacionales. En este contexto, el sistema de las Naciones Unidas tiene una función clave que desempeñar. Otras organizaciones internacionales, regionales y subregionales tienen también que contribuir a ese esfuerzo. Asimismo se debe alentar la participación más amplia del público y la participación activa de las organizaciones no gubernamentales y de otros grupos.<sup>54</sup>

Convenios como el de Minamata ratifican la acción de la Agenda 21, promoviendo la unión y cooperación internacional por preservar los ecosistemas, la salud humana y la calidad de los recursos necesarios por el ser humano.

Es preciso que se realice una intensa labor internacional, que se coordinen mejor las actividades internacionales en curso y que se determinen y apliquen medios técnicos, científicos, educacionales y financieros, en particular para los países en desarrollo. En mayor o menor medida las áreas de programas entrañan la evaluación de los peligros (basada en las propiedades intrínsecas de las sustancias químicas), la evaluación de los riesgos (comprendida la determinación del grado de exposición), la determinación del grado aceptable y de la gestión de los riesgos<sup>55</sup>.

Comprendiendo lo dicho por las Naciones Unidas, el Convenio de Minamata es el resultado de varios años por medio de la Agenda 21 velar por la unión internacional por un objetivo en común, la realización del Convenio de Minamata muestra más allá de un progreso en el ámbito medioambiental, un avance en términos de cooperación internacional, para que el Convenio de Minamata inicie a funcionar se deben arreglar aspectos internos de los países firmantes, proponiendo a las empresas que utilizan el mercurio, beneficios de índole económica con el fin de un cambio de tecnología o materias primas dependiendo el caso, también dirigiendo el pensamiento de sus habitantes para concientizarlos de contribuir activamente al apoyo de diferentes políticas que permitan alcanzar los compromisos adquiridos en el Convenio de Minamata.

---

<sup>54</sup> NACIONES UNIDAS. Programa 21: Capítulo 1. [sitio web] [consultado en 25, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter1.htm>

<sup>55</sup> NACIONES UNIDAS. Programa 21: Capítulo 19. [sitio web] [consultado en 25, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter19.htm>

Hasta que el Convenio de Minamata sea ratificado por el país firmante, se iniciarán estos cambios a nivel nacional, aunque el marco temporal para este convenio es muy amplio, los países interesados deben poner en marcha actividades, políticas y acciones para garantizar el cumplimiento de los lineamientos de este.

Firmar y ratificar el convenio tiene muchas ventajas, Según el Ministerio del Ambiente de Perú<sup>56</sup>, el Fondo Mundial Para el Medio Ambiente (GEF) dispone actualmente recursos a los países firmantes del Convenio de Minamata con el fin de ayudarlos a promover estrategias regionales para la reducción del uso del mercurio y así cumplir los compromisos adquiridos en el Convenio de Minamata. Aunque muchos países se han unido y han firmado este convenio otros no se han interesado por los problemas que causa el mercurio en la salud y en el medio ambiente.

En este caso no hay penalizaciones para los países que no deseen unirse al tratado, aunque muy probablemente habrá efectos indirectos, especialmente en relación con la importación y exportación de mercurio y de productos con mercurio añadido. Estos efectos surgen de las propias fuerzas del mercado, ya que muchos fabricantes pasarán de la producción de productos con mercurio añadido a alternativas adecuadas accesibles. Para aquellas partes que incumplan lo acordado en el texto del convenio, se han estipulado los procedimientos de arbitraje y conciliación oportunos<sup>57</sup>.

---

<sup>56</sup> MINISTERIO DEL AMBIENTE DE PERÚ. POR LA RATIFICACIÓN DEL CONVENIO DE MINAMATA. Por un uso responsable del mercurio. 2015.

<sup>57</sup> ESCOBAR, Mariana. La Cruzada Global Contra el Mercurio. [sitio web] [consultado en 21, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/cruzada-global-contra-el-mercurio-articulo-452984>

#### **4. DISEÑO METODOLÓGICO**

La investigación realizada es de tipo descriptivo, por medio del análisis se logra abarcar el tema a tratar en la monografía. La monografía se realizó tras una investigación documental de fuentes reconocidas y páginas oficiales, las bases de datos utilizadas fueron aquellas a las cuales la Fundación Universidad de América tiene acceso y google académico, adicionalmente se consultaron periódicos reconocidos, y páginas oficiales con información relevante sobre el tema de la monografía.

## 5. ORIGENES DEL CONVENIO DE MINAMATA

### 5.1. HISTORIA DEL CONVENIO DE MINAMATA

Según Kessler<sup>58</sup>, El apoyo global para la creación de un convenio vinculante sobre las emisiones de mercurio inició a tomar fuerza en el año 2003, pero los Estados Unidos optaron por presionar hacia medidas voluntarias para controlar las emisiones de mercurio haciendo que fuera imposible crear un acuerdo así, luego de una reunión del consejo de gobierno del UNEP celebrada en el inicio de gobierno de Barack Obama, los Estados Unidos aceptaron iniciar las negociaciones con el fin de crear un instrumento internacional vinculante para la regulación del mercurio.

En 2009, el Consejo de administración del PNUMA acordó crear un Comité Intergubernamental de negociaciones (INC) para preparar un acuerdo internacional jurídicamente vinculante, empezando así el proceso resultante del Convenio de Minamata sobre el mercurio. Las negociaciones comenzaron en 2010 y requirieron cinco reuniones del INC:

- INC 1, de 7 a 11 de junio de 2010, Estocolmo, Suecia;
- INC 2, de 24 a 28 de enero de 2011, Chiba, Japón;
- INC 3, de 31 de octubre a 4 de noviembre de 2011, Nairobi, Kenya;
- INC 4, de 27 de junio a 2 de julio de 2012, Punta del Este, Uruguay;
- y
- INC 5, de 13 a 18 de enero de 2013, Ginebra, Suiza<sup>59</sup>.

Cuenta Kessler<sup>60</sup>, que en la primera sesión de negociaciones en Estocolmo en el año 2010, representantes del IPEN y de una organización no gubernamental realizaron pruebas en 40 individuos de los países asistentes, más preocupante que todas las muestras dieron positivas, fue la cantidad hallada, teniendo en cuenta que la dosis de referencia del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos es de 1000 µg/Kg, se encontraron valores promedio de 1182 µg/Kg en los países más pobres y de 669 µg/Kg en los países más ricos, sin incluir que se encontró una muestra con un promedio de más de 20000 µg/Kg, haciendo que los negociantes al ver que el problema se encontraba incluso en sus propios cuerpos, optaran por facilitar las negociaciones y así buscar un convenio lo más pronto posible.

“La continua liberación de mercurio al medio, resultado de actividades humanas y la presencia de mercurio en la cadena alimentaria, ha probado sus efectos

---

<sup>58</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.

<sup>59</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

<sup>60</sup> Op. cit., p. 88.

perjudiciales para la salud”<sup>61</sup>, lo cual hizo entender a los negociadores y a las partes interesadas en la creación de un convenio vinculante que el problema afecta a todos, haciendo que las negociaciones se facilitaran y que grandes potencias dieran su apoyo a la creación del Convenio de Minamata.

Controlar las emisiones de mercurio al aire fue uno de los puntos más discutidos debido a que este proviene de la combustión del carbón y muchos países lo utilizan como fuente de energía para generar electricidad entre otras aplicaciones.

Inicialmente algunas naciones en vías de desarrollo se rehusaron a hacerlo valer debido al costo de la tecnología para eliminar el mercurio de las emisiones de las chimeneas. Los Estados Unidos trabajaron duramente para convencer a China y a India, en particular, de que era posible lograr controles obligatorios asequibles en este sector mediante la aplicación de las que consideraba eran las mejores técnicas disponibles, según Reifsnnyder, del Departamento de Estado<sup>62</sup>.

“El acuerdo final se alcanzó durante el INC5, a las 7 a.m. del sábado 19 de enero de 2013. Tras concluir las negociaciones, el texto fue formalmente adoptado y abierto a la firma en la Conferencia Diplomática (Conferencia de Plenipotenciarios) celebrada en Kumamoto, Japón, los 10 y 11 de octubre de 2013”<sup>63</sup>.

“El texto fue adoptado formalmente durante la Conferencia de Plenipotenciarios, que tuvo lugar en Japón, en Octubre de 2013. A finales de 2013 el Convenio contaba ya con una ratificación (EE.UU.) y 94 firmas incluyendo gran parte de los países de la región de América Latina y el Caribe”<sup>64</sup>.

“Se prevé que gracias al cumplimiento coordinado de las obligaciones del Convenio se logre con el correr del tiempo una reducción generalizada de los niveles de mercurio en el medio ambiente y, así, el cumplimiento del objetivo del Convenio de

---

<sup>61</sup> MICHEL, Reynaldo; IZETA, Ana; MARÍN, Salvador; RIVAS, Rubén; MORALES, María. Adiós, Mercurio Adiós... Razones Por Las Que Hay Que Decir Adiós Al Mercurio. Ciudad De México: Hospital Central Militar. Rev. Sanid Milit Mex. 2014. 68(4) Jul.-Ago.: 238-240.

<sup>62</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.

<sup>63</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

<sup>64</sup> CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATÍNA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.



proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio”<sup>65</sup>.

A pesar de que luego de tantos años por fin se ha logrado un avance legal en el tema de la reducción y control del mercurio, existen varias opiniones sobre el tiempo dado a los países firmantes para implementar nuevas tecnologías y para controlar las emisiones y vertimientos de este metal pesado, cuenta Kessler<sup>66</sup> muchos critican el marco temporal para la implementación debido a que es demasiado largo, dando a los países firmantes cinco años para comenzar a construir nuevas fuentes de energía que cumplan con el acuerdo, y diez para establecer una meta de reducir las emisiones de las fuentes ya existentes, pero es tiempo que no iniciará a correr hasta que se ratifique el convenio.

## 5.2. LA ENFERMEDAD DE MINAMATA

La compañía Chisso Corporation, una empresa japonesa dedicada a la producción de distintos químicos, fue la responsable de la enfermedad de Minamata, y con esta de la muerte y enfermedad de muchos seres vivos incluidos seres humanos, la empresa inició a producir acetaldehído a partir de un catalizador de mercurio que generaba desechos los cuales acababan en el mar.

“En un sitio de pescadores llamado Minamata, ubicado en la ciudad de Kumamoto, aproximadamente a 570 millas al sudoeste de Tokio, en el Japón, sus habitantes empezaron a sufrir de enfermedades nerviosas, acompañadas de convulsiones, ceguera, sordera y lesiones cerebrales a causa del envenenamiento por mercurio de una planta química que fabricaba PVC”<sup>67</sup>.

Cuenta Yacuzzi<sup>68</sup> que la empresa inició a producir amoniaco sintético en 1923, dos años después la empresa ya arrojaba sus efluentes líquidos a la bahía y destruía las áreas pesqueras de la región, de las cuales dependía el alimento de los pobladores de Minamata, se les realizó entrevistas a los pobladores de la ciudad y ellos comentaban que la empresa les pagaba para que toleraran la contaminación en sus aguas y no se quejaban.

---

<sup>65</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>66</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.

<sup>67</sup> RODRÍGUEZ, Gloria. Conflictos Ambientales Amenazan la Salud de la Población y la Biodiversidad del Planeta. 2007. Barranquilla: Revista de Derecho. N°28. ISSN: 0121-8697.

<sup>68</sup> YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

Los efluentes de esta industria llegaban a contaminar no solamente el agua de la región, sino también peces y mariscos que habitaban en esta zona, al ser Minamata un pueblo dedicado a la pesca para su alimentación, terminaban por el principio de bioacumulación ingiriendo el mercurio entre otros contaminantes arrojados por la Chisso Corporation, al ser el mercurio un metal pesado de difícil eliminación, se tiende a acumular en el organismo de quien lo consume.

“Hay que destacar, que dentro de las cadenas tróficas, el mercurio sufre procesos de bioconcentración, principalmente en los animales marinos y en los cereales, lo que hay que tener muy en cuenta como fuente de contaminación accidental”<sup>69</sup>. Otro fenómeno que ocurre en varios casos es la biomagnificación, según Mosquera<sup>70</sup>, la biomagnificación se presenta en los animales, y es más notorio en las sustancias más peligrosas en el mundo natural, como en este caso el mercurio (Hg) que se considera una de las 6 sustancias más peligrosas del mundo natural.

Lamentablemente, el crecimiento de la región vino acompañado por problemas graves. Hacia mediados de los '50, la gente de Minamata empezó a notar síntomas extraños en el entorno: gatos que bailaban, pájaros en vuelo que súbitamente caían a la tierra y, peor aún, comportamientos anómalos en los seres humanos, como discursos sin sentido, movimientos involuntarios, desmayos y hasta ceguera. El pánico se generalizó en Minamata, al no poder identificarse inicialmente el origen del mal<sup>71</sup>.

A pesar de que los síntomas en animales y personas eran similares, no se tenía una idea clara del causante de este mal, la enfermedad se catalogaba como una nueva enfermedad que afectaba el sistema nervioso central. Científicos de la región se comprometieron a buscar una solución o por lo menos encontrar la causa del problema en Minamata.

El doctor Hosokawa estableció experimentalmente la correlación entre el efecto y la probable causa: frente al Directorio de la firma, realizó experimentos en los cuales alimentaba a gatos con acetaldehído para probar que estos caerían muertos a la vista de los directores. El médico correlacionó así la enfermedad con la dieta de la población a través de la cadena alimentaria. En sus investigaciones fue ayudado por la Facultad

---

<sup>69</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959

<sup>70</sup> MOSQUERA, Federico; TRUJILLO, Fernando; CAICEDO, Dalila; MARTINEZ, Sindy. Indicios de Biomagnificación de Mercurio Total (Hg) en las Especies del Genero Inia (Cetartiodactyla: Iniidae) en los Ríos Amazonas y Orinoco (Colombia). 2015. Universidad de la Amazonia: Momentos de Ciencia. N° 12 (2). P. 88 – p. 92.

<sup>71</sup> YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

de Medicina de la Universidad de Kumamoto. No obstante, la gerencia de Chisso negó los hechos y continuó derramando efluentes en el mar. Al Dr. Hosokawa le prohibieron continuar con su investigación y sus experimentos; sus hallazgos fueron ocultados<sup>72</sup>.

La falta de compromiso y responsabilidad por parte de la Chisso Corporation hicieron que las investigaciones, y búsqueda de soluciones tardaran mucho más de lo que debían, a pesar de que esta empresa ya conocía que la enfermedad que afectaba al sistema nervioso central era culpa de ellos, no se preocuparon sino por ocultar pruebas y seguir pagando a las personas de Minamata para que fingieran que nada estaba ocurriendo, por su parte la falta de interés de las autoridades competentes de Japón no contribuyó a la búsqueda de la causa del mal ya mencionado.

Cuenta Yacuzzi<sup>73</sup>, que en el año 1958 la Chisso Corporation desvió los efluentes hacia el río Minamata para así mitigar las acusaciones que se realizaban hacia la empresa, este río baña la ciudad de Hachimon y desemboca en el mar Shiranui, esto extendió la enfermedad a otras regiones más alejadas de Minamata, los síntomas eran los mismos, Chisso Corporation eludió sus responsabilidades y las autoridades solo decidieron prohibir la venta del pescado obtenido en la bahía de Minamata, más no su pesca, así que la enfermedad continuó hasta que en 1959 estudios de la Universidad de Kumamoto determinaron que la causa de la enfermedad era el consumo de pescado y mariscos que se hubieran contaminado con metilmercurio, luego de varias pruebas con gatos, Chisso Corporation aceptó firmar acuerdos con las víctimas de esta enfermedad y así pagar por la mala fortuna de los afectados pero sin aceptar responsabilidad.

Según Yacuzzi<sup>74</sup>, entre los años 1950 y 1960 la Chisso Corporation empleaba a cerca del 60% de la población económicamente activa de la ciudad y a partir de 1950 se empezaron a notar distintos males de tipo neurológico que en algunos casos llevaban a la muerte.

“La empresa “Corporación Chisso” vertió entre 1932 y 1968 en las aguas de la bahía Minamata aproximadamente 27 toneladas de compuestos con mercurio, lo cual destruyó el ecosistema y, en especial, el recurso pesquero, que en ese momento representaba la seguridad alimentaria de esa población.”<sup>75</sup>

---

<sup>72</sup> YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

<sup>73</sup> Ibid., p. 7.

<sup>74</sup> Ibid., p. 4.

<sup>75</sup> RODRÍGUEZ, Gloria. Conflictos Ambientales Amenazan la Salud de la Población y la Biodiversidad del Planeta. 2007. Barranquilla: Revista de Derecho. N°28. ISSN: 0121-8697.

“El consumo de peces, que acumularon mercurio en sus músculos y tejidos grasos, por los habitantes de la zona provocó que desde 1956 y a lo largo de los años siguientes fallecieran más de 115 personas y muchas más padecieran lesiones neurológicas irreversibles”<sup>76</sup>.

Según Kessler<sup>77</sup>, el Desastre ocurrido en la bahía de Minamata fue el primer incidente a gran escala de envenenamiento por metilmercurio, pero no fue el único que ocurrió, en 1965 y 1969 se presentaron dos casos más de envenenamiento por metilmercurio. “Actualmente, se considera que el número de personas afectadas puede llegar a 20.000, y son ya más de 900 las muertes producidas por esta causa”<sup>78</sup>.

“La utilización del mercurio además de generar enfermedad en las personas que tienen contacto directo con él, puede afectar también a la demás población de la zona debido a la mala disposición de los residuos generados en su utilización, a los vapores de mercurio en el ambiente que pueden afectar a las personas, el suelo, el agua, el aire, entre otros”<sup>79</sup>.

Según Eto<sup>80</sup>, en julio de 1977 se establecieron los síntomas para la enfermedad de Minamata entre los que se encuentran la alteración sensorial en las partes de las extremidades tanto superiores como inferiores, ataxia, desequilibrio, constricción concéntrica del campo visual, alteración de la marcha y del habla, debilidad muscular, temblor, movimientos oculares anormales, alteraciones auditivas, trastornos mentales y alteraciones del gusto y el olfato.

El mercurio ingresa al cuerpo humano de tres maneras, puede ser por el sistema respiratorio, de manera gastrointestinal, o por vía dérmica.

Las especies químicas que entran por la vía gastrointestinal son el Hg metal, Hg<sup>2+</sup> y las especies orgánicas de mercurio. La absorción del

---

<sup>76</sup> GARCÍA, Francisco; GARCÍA, A; GOMEZ, C; VEREDA, C; RODRÍGUEZ, José. El Mercurio. Situación Actual, Problemas y Soluciones. Universidad de Málaga. 2010

<sup>77</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.

<sup>78</sup> CRESPO, María; HERCULANO, Anderson; CORVELO, T; DO NASCIMENTO, José. Mercurio y Neurotoxicidad. Revista de Neurología. 2005.

<sup>79</sup> ARIAS, Laura; CASTAÑO, Jairo; URIBE, Ana. Condiciones sociodemográficas, laborales y de salud en las personas expuestas a mercurio de forma ocupacional y no ocupacional en los municipios de Segovia y Remedios en el departamento de Antioquia durante el segundo semestre del año 2013 y el primer semestre del año 2014. Medellín: Universidad de Antioquia. 2014.

<sup>80</sup> ETO, Komyo. Pathology of Minamata Disease. Kumamoto: National Institute for Minamata Disease. Toxicologic Pathology. Vol 25. N° 6. p. 614 – p. 623. 1997.

primero, por esta vía, es por ingesta accidental, y no se absorbe más del 0,01 por 100, por lo que sus efectos tóxicos son prácticamente inexistentes. El Hg<sup>2+</sup>, sin embargo, se puede absorber hasta un 15 por 100, y las especies orgánicas hasta el 80 por 100, por lo que potencialmente son muy tóxicas. Vía respiratoria, por inhalación directa, se absorben dos especies presentes en la atmósfera, el Hg metal en forma de vapor y el HgO; este último en forma de partículas. La absorción de éstas es del orden de un 80-90 por 100, por lo que aquí sí que suponen un peligro toxicológico los vapores de Hg, por su alta absorción. Por último, destacar la difícil absorción dérmica de las especies inorgánicas de mercurio<sup>81</sup>.

El mercurio no solo afecta a la persona que lo consume sino que tiende a hacer daños en los fetos de mujeres embarazadas y en los niños en periodos de lactancia, cuenta Fereres<sup>82</sup>, que el mercurio puede atravesar la placenta y dañar al bebe en desarrollo, en el lactante, la exposición al mercurio puede causar una disminución en el coeficiente intelectual y un retardo en el desarrollo mental así como problemas motores, en todo tipo de personas se pueden presentar casos en los que se afecta la piel, los riñones, el corazón y los pulmones.

Con toda probabilidad esto se debió a que los encargados de formular políticas en aquel momento estaban más preocupados por las consecuencias negativas a la economía local de Minamata, porque la planta de Chisso en Minamata jugaba un papel importante en la comunidad con respecto a las oportunidades de empleo e ingresos fiscales, y por el crecimiento económico de Japón como producto de la prohibición de la producción de acetaldehído. Con la aparición de la segunda incidencia de la enfermedad de Minamata en la prefectura de Niigata en los años posteriores, además de los casos anteriores de Kumamoto y Kagoshima, se volvió a confirmar la importancia de las medidas iniciales y la investigación de la causa<sup>83</sup>.

### **5.3. CONTAMINACIÓN POR MERCURIO**

El mercurio (Hg) es un metal pesado que ha sido usado por la humanidad desde hace muchos años, aunque en épocas pasadas no se encontraba o no se le ponía atención a los efectos negativos del uso de este metal, actualmente es un grave

---

<sup>81</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

<sup>82</sup> FERERES, José; CARMONA, Manuel. Boletín Informativo del Aula de Educación Ambiental. Madrid: Hospital Clínico San Carlos. N°50. 2011.

<sup>83</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE JAPÓN. Enseñanzas de la Enfermedad de Minamata y el Manejo del Mercurio en Japón (traducción provisional). 2013.

problema para el medio ambiente, la calidad de los recursos naturales, la preservación de fauna y flora, la salud humana y el desarrollo de los fetos.

“Mercurio y cinabrio ya fueron utilizados por Aristóteles en ceremonias religiosas (400 AC) y por Griegos y Romanos para fabricar cosméticos y medicinas”<sup>84</sup>. “Actualmente se utiliza en la industria, principalmente en la minería, la siderurgia, la producción de cloro. La peligrosidad de este compuesto radica en su elevada toxicidad y que puede ser asimilado por los seres vivos”<sup>85</sup>.

Existen distintos tipos de compuestos en los que se le encuentra al mercurio en los efluentes y emisiones industriales, existen tanto compuestos inorgánicos de mercurio como compuestos orgánicos del mismo. “Actualmente está en todo el planeta, en diversas fuentes y alimentos (especialmente en peces), en niveles perjudiciales para los seres humanos y la vida silvestre. Es el metal no radioactivo existente con mayor toxicidad. Existe en gran variedad de formas, particularmente como compuestos orgánicos de mercurio (dimetilmercurio, fenilmercurio, etilmercurio y metilmercurio)”<sup>86</sup>.

“Desde el inicio de la era industrial los niveles de mercurio (Hg) en el ambiente han aumentado considerablemente, hasta alcanzar concentraciones que afectan los ecosistemas y la salud humana”<sup>87</sup>. A partir del inicio de la utilización del mercurio en la industria, no se controlaron los desechos y los efluentes salidos del proceso sino que solamente se sacaban hacia el aire en forma de vapores, a los cuerpos de agua en forma de vertidos y al suelo en aparatos y objetos que contenían este metal pesado, en el Anexo A, se muestran las principales fuentes y usos del mercurio dependiendo de su forma química.

“Aproximadamente el 70% del mercurio antropogénico presente en la atmósfera proviene de la combustión estacionaria de combustibles fósiles (especialmente el carbón) y de la incineración de materiales de desecho”<sup>88</sup>. “El mercurio está presente en el carbón que se extrae de las minas, por la acción de los elementos sobre las

---

<sup>84</sup> LIJÓ, José; SOTOMAYOR, Juan. ¿Y EL MERCURIO DONDE ESTA? Acerca de la sorción química y especiación del Mercurio y sus compuestos en la producción de petróleo y gas. 2009.

<sup>85</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

<sup>86</sup> GARCIA, Lisy; MARRUGO, José; ALVIS, Erasmo. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 2010. 28(2): 118-124.

<sup>87</sup> GAIOLI, Marisa; AMOEDO, Diego; GONZÁLES, Daniel. Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Arch. Argent. Pediatr. 2012. 110(3):259-264 / 259.

<sup>88</sup> PROGRAMA DE LA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Módulo 2. El mercurio y la industria. 2008.

rocas volcánicas y la acumulación de mercurio en sedimentos antiguos. El contenido de mercurio del carbón es variable. Incluso puede variar muchísimo dentro de un mismo país o una misma región”<sup>89</sup>.

Según Gaioli<sup>90</sup>, hace varios siglos el mercurio es utilizado por la humanidad, como colorante para adornar tumbas, como medicina para el tratamiento de la sífilis, como diurético, como catártico, como sustancia de interés religioso o mágico para diferentes culturas.

El mercurio se presenta sobre la corteza de la tierra en varios compuestos inorgánicos y organometálicos. Según Ramírez<sup>91</sup>, los compuestos inorgánicos más comunes son:

- $\text{HgCl}$  = Cloruro mercurioso.
- $\text{HgCl}_2$  = Cloruro mercúrico.
- $\text{HgO}$  = Óxido mercúrico.
- $\text{HgS}$  = Sulfato mercúrico (cinabrio).
- $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  = Nitrato de mercurio.
- $\text{HgSO}_4$  = Sulfato de mercurio.
- $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$  = Perclorato de mercurio.
- $\text{Hg}(\text{CNO})_2$  = Cianato de Mercurio (fulminato).
- $\text{Hg}(\text{OH})_2$  = Hidróxido de mercurio.

En la Figura 2 se muestran los principales compuestos de mercurio descargados de la industria:

---

<sup>89</sup> PROGRAMA DE LA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Módulo 2. El mercurio y la industria. 2008.

<sup>90</sup> GAIOLI, Marisa; AMOEDO, Diego; GONZÁLES, Daniel. Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Arch. Argent. Pediatr. 2012. 110(3):259-264 / 259.

<sup>91</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

**Figura 2: Principales Compuestos del Mercurio Presentes en Descargas Industriales**

ESTRUCTURA QUÍMICA	NOMBRE
$\text{Hg}^{2+}$	Mercurio divalente
$\text{Hg}^0$	Mercurio metálico
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Hg}^+$	Fenilmercurio
$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{Hg}^+$	Alcoxialquilo de mercurio
$\text{CH}_3\text{Hg}^+$	Metilmercurio

**Fuente:** KIRK; OTHMER. 1967. Citado por RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

La contaminación acuática por mercurio, generada por el proceso de industrialización o por procesos naturales, constituye uno de los problemas ambientales más críticos en la actualidad, debido a su alta toxicidad, persistencia y capacidad de bioacumulación y bioconcentración (también conocida como biomagnificación). En los ambientes contaminados por metales pesados se altera la capacidad de supervivencia de los organismos, lo que afecta la dinámica poblacional de las especies y, por tanto, la estructura y función ecosistémica<sup>92</sup>.

El mercurio se biomagnifica en tejidos de peces y otras especies en los ecosistemas tanto marinos como de agua dulce, desde bajas concentraciones en el plancton y peces pequeños hasta muy altas concentraciones en los organismos de los niveles superiores de la cadena trófica. En los seres humanos como el principal consumidor de peces, se espera una alta bioacumulación es por ello que el pescado es considerado como la principal fuente de contaminación por este metal<sup>93</sup>.

<sup>92</sup> POSADA, Martha; ARROYAVE, María del Pilar. Efectos Del Mercurio Sobre Algunas Plantas Acuáticas Tropicales. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia: Revista EIA. ISSN 1794-1237. No 6. p. 57-67. 2006.

<sup>93</sup> AGAMEZ, Johnny. Valoración del riesgo de contaminación con mercurio por el consumo de pescado en poblaciones pesqueras de Santa Ana y La Boquilla (Costa Atlántica Colombiana). Cartagena de Indias. 2015.



Según Sánchez<sup>94</sup>, hace poco tiempo se realizó una comprobación de la presencia de mercurio en el cabello, sangre y orina en la población de Ciudad Bolívar en Bogotá Colombia, donde los resultados fueron positivos y en varios casos resultados de concentraciones de mercurio muy por encima de lo permisible, esto demuestra que la contaminación por mercurio no solamente afecta la zona afectada cercana, sino es un conjunto de problemas que afectan a todo el mundo, en este caso en particular se dio la culpabilidad al pescado, que en las encuestas aparece ser de diversas partes del mundo.

Los metales pesados como el mercurio se acumulan en el cuerpo del ser que lo ingiere o absorbe, sea por contacto, respiración o ingestión, el metal no se elimina así que permanece dentro de los tejidos del cuerpo. Cuando el cuerpo es ingerido por otro ser vivo, el mercurio del primero se aloja en el segundo cuerpo y aumenta la concentración de mercurio debido a que el segundo ser vivo puede haber ingerido mercurio de otros seres o lo puede haber absorbido por alguna de las tres maneras anteriormente mencionadas, los metales pesados como el mercurio al no poder eliminarse de un cuerpo tienden a concentrarse y acumularse en mayor cantidad a medida que se sube de nivel en la cadena trófica, es de gran importancia la contaminación por mercurio para la humanidad debido a que es una especie ubicada en los niveles más altos de la cadena trófica.

Informa Hu<sup>95</sup>, que los metales pesados más peligrosos son el plomo, el cromo, arsénico, cadmio, mercurio, zinc, cobre, cobalto, y níquel, son clasificados como fuertemente cancerígenos por la Agencia Internacional para investigación sobre el cáncer, la exposición a estos metales puede generar daños de intelecto permanentes, problemas de desarrollo, y problemas con las funciones motoras.

“Las fuentes antropogénicas generan mercurio en forma metálica o en sus diferentes compuestos en menor cantidad que las fuentes naturales”<sup>96</sup>, Según Doadrio<sup>97</sup>, la especie Hg<sup>2+</sup> gracias a su solubilidad en agua, se encuentra presente en las aguas de bebida, debido a que su característica principal es ser un ácido blando forma complejos con compuestos biológicos, siendo la cisteína su aminoácido de mayor preferencia, la cisteína la utiliza el cuerpo para fortalecer las uñas y el cabello, por su parte el nitrato mercúrico es un compuesto empleado para

---

<sup>94</sup> SÁNCHEZ, Juan. Metodologías analíticas para la determinación de metales tóxicos en muestras de interés ambiental. Bogotá D.C. 2010.

<sup>95</sup> HU, Hiu; JIN, Qian; KAVAN, Philip. A Study of Heavy Metal Pollution in China: Current Status, Pollution-Control Policies and Countermeasures. Sustainability. ISSN 2071-1050. 2014

<sup>96</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

<sup>97</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

cauterizar ulceraciones es bastante utilizado en la industria de curtiembres y fabricación de sombreros.

A pesar de que las empresas de curtiembres hacen un lavado a las pieles y productos antes de ponerlos a la venta, no se elimina el nitrato mercúrico por completo dejando una parte en el producto y otra parte de este en las aguas residuales de esta industria.

Según Artuz<sup>98</sup>, en Colombia la industria de las curtiembres genera muchos lixiviados con concentraciones de mercurio, y estos en vez de ser tratados adecuadamente, son vertidos directamente a ríos como el río Bogotá que baña el costado occidental de la capital de Colombia.

Otra industria que contamina por mercurio es la industria de explosivos, cuenta Doadrio<sup>99</sup>, que esta industria utiliza el fulminato de mercurio como detonante para los explosivos, es un polvo cristalino que explota fácilmente seco y que es muy soluble tanto en agua como en alcohol.

No se necesitan condiciones de presencia de una llama para que este explote, y al ser soluble en agua es más fácil que el fulminato de mercurio se libere a la atmósfera o a los cuerpos de agua cercanos a la explosión, la dispersión de este compuesto de mercurio se da con tal facilidad que es preocupante debido a que la manera de controlar la aspersión de este es algo sumamente complicado y solo bajo condiciones de poco viento, ya que se esparce hacia todas las direcciones.

Como compuestos de mercurio de tipo orgánico, dice Doadrio<sup>100</sup>, que se encuentran presentes en productos de la industria de cuidado personal como en jabones antisépticos, el mercurio se absorbe por vía cutánea, también se encuentra en diuréticos como el Novasurool o el Neptal, los cuales cumplen su función como diuréticos al ser inyectados de manera intramuscular, haciendo que el mercurio llegue directamente a los tejidos, el mercurio se encuentra presente en antisépticos como el Mercurocromo, el Borato de fenilmercurio, el Mercurofeno, el Tiomersol, el Mertiolate, el Nitromersol, o el Nitrato de fenilmercurio.

En la industria de los fungicidas, también existen productos que contienen mercurio, incluso los conservantes de semillas, “como fungicidas se emplean el cloruro de etilmercurio o Ceresán, el fosfato de etilmercurio o Samesán, el cloruro de

---

<sup>98</sup> ARTUZ, Luis; MARTÍNEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias de curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomás. 2011.

<sup>99</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

<sup>100</sup> Ibid., p. 937.

metoxietilmercurio, el silicato de metoxietilmercurio y el metilmercurediciandiamida o Panógeno.”<sup>101</sup>

Una de las industrias que más utilizan el mercurio, en especial al realizar la producción de manera artesanal es la industria minera, una industria que no se ha controlado, sino que por el contrario se ha convertido en un foco de contaminación, deforestación y explotación ilegal. Según Ramírez<sup>102</sup>, la producción mundial de mercurio de la minería y de la fundición para 1973 fue de 10000 toneladas por año, siendo el principal compuesto producido el sulfuro mercúrico.

Aunque actualmente las industrias de minería controladas y reglamentadas por el gobierno del país de ubicación tienen prohibición en la utilización de mercurio y control de los efluentes del proceso, “la utilización del mercurio para la extracción del oro es, todavía, una práctica habitual en las pequeñas instalaciones mineras, especialmente en los países en desarrollo, debido a la baja inversión requerida y a la facilidad de operación. Pero la falta de medidas de seguridad hace inevitable una importante contaminación de los ríos, de los suelos y también de los trabajadores”<sup>103</sup>.

“Actualmente, Brasil es el primer país en Sudamérica y el segundo en el mundo en producción aurífera –con un 90% procedente de la minería informal denominada garimpagem–, y se han liberado ya al ambiente amazónico, aproximadamente, entre 2.000 y 3.000 toneladas de mercurio”<sup>104</sup>. Los procesos de minería concluyen con una etapa de fundición, la cual es realizada por otra industria, la industria de la fundición de minerales y metales también genera contaminación antropogénica por mercurio.

“El mercurio es un subproducto del procesamiento de los minerales en el sector minero. Por lo general, el metal se extrae del mineral calentándolo a una temperatura que libera el metal. Dado que el punto de ebullición del mercurio es

---

<sup>101</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

<sup>102</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

<sup>103</sup> TIMARÁN, F; ÁLVAREZ, R; RODRÍGUEZ, A. Methods to reduce mercury pollution in small gold mining operations. Madrid: Revista de Metalurgia. 41. 194-203. 2005.

<sup>104</sup> CRESPO, María; HERCULANO, Anderson; CORVELO, T; DO NASCIMENTO, José. Mercurio y Neurotoxicidad. Revista de Neurología. 2005.

más bajo que el de muchos otros metales (como el cobre, la plata, el plomo, el cinc y el oro), el mercurio suele liberarse como gas durante el proceso de fundición”<sup>105</sup>.

Liberaciones antropogénicas resultantes de la presencia de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles (carbón, gas, petróleo y otros minerales extraídos, tratados y reciclados). El 85% de las emisiones de Hg antropogénicas provienen de esta fuente. La absorción del mercurio por parte de las plantas puede explicar la presencia de Hg en los combustibles fósiles que se han formado por transformación geológica de residuos orgánicos. También producen liberaciones las industrias cloroalcalinas de fabricación del papel, instrumental médico (termómetros, esfigmomanómetros, bujías, amalgamas dentales), termostatos, lámparas fluorescentes, cementeras, faros de automóviles, tratamiento de desechos, vertederos, cremación y pinturas<sup>106</sup>.

La combustión de carbón es altamente contaminante, se liberan concentraciones de mercurio en las emisiones gaseosas, industrias como la industria del cemento o fuentes como trenes a base de carbón son los principales dispersantes del mercurio a nivel gaseoso.

Las materias primas utilizadas en la producción de cemento tienen muy bajas concentraciones de mercurio. El mercurio proviene de tres fuentes principales: está presente en forma natural en materias primas vírgenes (cal, carbón, petróleo, etc.), en desechos sólidos de otros sectores (por ejemplo, cenizas volantes y yeso provenientes de la combustión del carbón) que se emplean con frecuencia en la producción de cemento, y en desechos que se usan algunas veces como combustible en la fabricación de cemento<sup>107</sup>.

Es un importante contaminante atmosférico, sobre todo en zonas altamente industrializadas, donde hay una muy fuerte contaminación por la combustión de carbón y combustibles fósiles, lanzándose a la atmósfera hasta 3.000 T/año de Hg. La contaminación más importante proviene de las industrias electrolíticas de producción de cloro y álcalis, lo que da lugar a una concentración atmosférica de Hg elevada, del orden de 20 ng/m<sup>3</sup><sup>108</sup>.

---

<sup>105</sup> PROGRAMA DE LA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Módulo 2. El mercurio y la industria. 2008.

<sup>106</sup> GAIOLI, Marisa; AMOEDO, Diego; GONZÁLES, Daniel. Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Arch. Argent. Pediatr. 2012. 110(3):259-264 / 259.

<sup>107</sup>PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Op. cit., p. 6.

<sup>108</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

Otra fuente de contaminación por mercurio de manera antropogénica es “la industria del cloro que basa su proceso en la electrólisis del cloruro de sodio y utiliza una celda de mercurio cuyo cátodo es un lecho de mercurio elemental y también constituye una fuente de mercurio al ambiente”<sup>109</sup>.

La contaminación de las aguas por el mercurio también es importante, bien debido a los vertidos residuales de las industrias productoras de cloro y álcalis, o por residuos procedentes de papeleras e industrias de celulosa, donde se utiliza el fenilmercurio como protector de la pulpa de celulosa, además del arrastre de la contaminación atmosférica por el ciclo del agua. Se estima que la concentración de mercurio por esta última fuente es del orden de 0,02-1 ng/mL, en ríos y lagos, y de 0,3 ng/mL, en las aguas marinas, siendo mucho mayores en las mediaciones de las industrias de cloro o álcalis y en las papeleras<sup>110</sup>.

Cuenta Jiménez<sup>111</sup>, que radios, grabadores y teléfonos contienen mercurio en sus baterías, estas baterías tardan cerca de setenta años en descomponerse, mientras el mercurio se filtra a través de los efluentes de donde se tire o a través del suelo hacia aguas subterráneas.

El mercurio no es liberado solamente de manera antropogénica, sino que naturalmente también existen liberaciones de este metal pesado, así como otro tipo de reemisiones, cuenta Doadrio<sup>112</sup>, que naturalmente se libera por el vulcanismo, y al proceso de desgasificación del mercurio metal por sublimación. En la Figura 3 se muestra el ciclo global del mercurio.

---

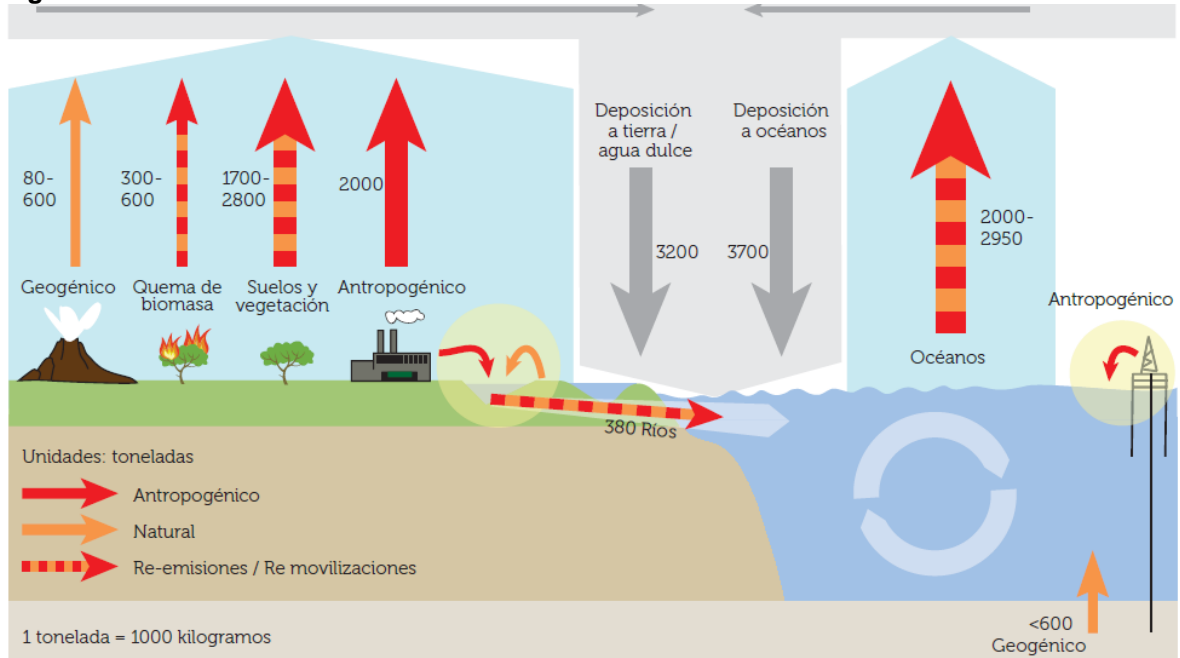
<sup>109</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

<sup>110</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

<sup>111</sup> JIMÉNEZ, Angélica. Interacción del mercurio con los componentes de las aguas residuales. Manizales. 2005.

<sup>112</sup> DOADRIO. Op. cit., p. 940.

**Figura 3: Ciclo Global del Mercurio**



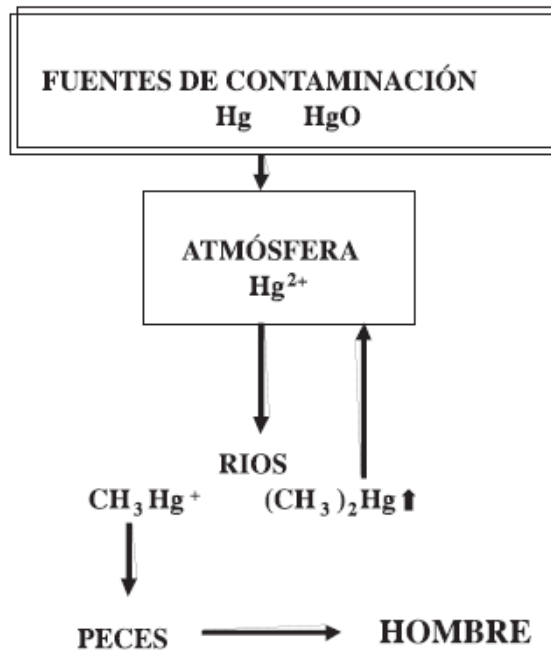
**Fuente:** UNEP Global Mercury Assessment, 2013. Citado por CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.

En la Figura 3 se ven las cantidades de mercurio manejadas en su ciclo actualmente, se denota que la contaminación antropogénica, que es controlable, tiene un alto valor, que es menor que el valor de la contaminación de manera natural.

Estas cantidades se han dado debido a que este metal pesado se acumula, y las fuentes antropogénicas ya han contaminado ríos, mares y atmosfera por un largo tiempo haciendo que en el ciclo actual el mercurio acumulado en medios naturales supere las cantidades procedentes de fuentes antropogénicas.

El mercurio también sufre procesos de biotransformación, logrando el ciclo que se muestra en la Figura 4.

**Figura 4: Ciclo de Biotransformación del Mercurio**



**Fuente:** DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

“El mercurio es biotransformado, en especial en el agua de los ríos por microorganismos, e incorporado a las cadenas tróficas como metilmercurio, muy tóxico”<sup>113</sup>. El metilmercurio es conocido por el origen de la enfermedad de Minamata, al encontrarse dentro de los peces de alimento, es más probable que llegue a los tejidos de la población así aumentando las probabilidades de que esta sufra de la enfermedad de Minamata.

“La Sustancia más tóxica y que reviste mayor peligro es el metilmercurio, ya que gracias a su capacidad de disolverse en los lípidos se acumula en el sistema nervioso e hígado de los animales superiores. Los demás compuestos del mercurio son inestables y se descomponen rápidamente en Hg inorgánico”<sup>114</sup>.

<sup>113</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

<sup>114</sup> JIMÉNEZ, Angélica. Interacción del mercurio con los componentes de las aguas residuales. Manizales. 2005.

“El mercurio es un reconocido contaminante doméstico. Es un contaminante de las ciudades, eliminándose por las alcantarillas del orden de 200-400 Kg/hab/año”<sup>115</sup>. Entre estos valores se incluye la influencia del uso del mercurio en el campo de la salud, según Gaioli<sup>116</sup>, este sector es una de las principales fuentes de emisión y demanda de mercurio, en Argentina la cantidad de mercurio de los termómetros rotos y desechados en un año equivale a una tonelada métrica aproximadamente.

La contaminación por mercurio ha afectado severamente a la fauna y la flora así como los recursos naturales de los cuales depende el ser humano para vivir, el agua, el aire y el suelo han sido contaminados, en ocasiones intencionalmente por desconocimiento y en otros casos por accidentes presentados en industrias y en concentraciones menores por productos desechados.

En muchos países alrededor del mundo se han presentado envenenamientos por mercurio, o hallazgo de mercurio en animales consumidos por el hombre como los peces, en trabajadores de las diferentes industrias que trabajan con mercurio se han encontrado concentraciones de mercurio en distintas partes del cuerpo.

### **5.3.1. Contaminación por Mercurio en Colombia**

El mercurio ha contaminado en Colombia distintos recursos naturales, y con estos a fauna, flora y a las personas, la contaminación en Colombia se ha dado principalmente por no controlar los efluentes de las industrias que trabajan con mercurio.

Según el Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia<sup>117</sup>, la compañía Álcalis limitada fue construida en 1970, su objetivo principal era la explotación y beneficio de yacimientos de piedra caliza y minas de carbón para la refinación de sal y producción de derivados del cloruro de sodio, con plantas en Cajicá, Cundinamarca y en Cartagena producían carbonatos de sodio, soda cáustica, cloro, sal refinada y sulfuro de sodio.

El mercurio es utilizado en este tipo de empresas como catalizador, “un caso de contaminación con este metal causado por la compañía Álcalis de Colombia, la cual

---

<sup>115</sup> DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

<sup>116</sup> GAIOLI, Marisa; AMOEDO, Diego; GONZÁLES, Daniel. Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Arch. Argent. Pediatr. 2012. 110(3):259-264 / 259.

<sup>117</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Reestructuración Alcalis de Colombia. 1991.



utilizaba Hg como sustancia catalítica para la producción cloro-soda”<sup>118</sup>. En Cundinamarca se presentaron vertimientos sin tratar con altas concentraciones de mercurio directamente al río Bogotá, afectando así a los cultivos que son regados con el agua proveniente de este río, por su parte en Cartagena todos los vertimientos fueron enviados directamente al mar, afectando así la bahía de Cartagena, la fauna, la flora y los habitantes del lugar.

“Hasta 1977, en la zona industrial de la bahía de Cartagena funcionó una planta de soda cáustica de la empresa estatal Álcalis de Colombia, cuyos desechos de producción contenían mercurio y se vertían sin mayor precaución directamente a las aguas”<sup>119</sup>.

La presencia de Cadmio, Mercurio y Plomo en las estructuras calcáreas de corales de la Isla de Barú, debe considerarse como una amenaza a la preservación de sus arrecifes que son albergue transitorio de peces, moluscos y crustáceos en crecimiento y que de igual manera éstos se ven amenazados de ser contaminados, situación que demanda de toda la atención, pues a corto plazo se convertirán en fuente alimenticia de las comunidades costeras que encuentran en estas especies la única fuente de sustento<sup>120</sup>.

Según Agamez<sup>121</sup>, la contaminación por mercurio en la bahía de Cartagena se dio desde 1967 hasta 1993, y se descargaron entre 11 y 15 toneladas de mercurio, que terminan siendo una amenaza para los turistas y habitantes de esta región que se alimentan de los peces de la bahía de Cartagena y de las costas cercanas.

La empresa Refisal compradora de Álcalis de Colombia años después de su cierre, ha sido una de las grandes empresas consumidoras de mercurio, la planta de producción de cloro-soda se ubica en el departamento de Cundinamarca, en el municipio de Cajicá.

“Entre 2003 y 2013 Refisal importó un total de 51.3 t de mercurio, es decir, un 5 % del total nacional en el período. El año de mayor compra fue 2011 con 24.3 t (47.3 %) seguido por 2006 con 5.2 t (10.1 %) y 2008 con 4.8 t (9.4 %). Los años con

---

<sup>118</sup> GARZÓN, Jennyfer; RODRÍGUEZ, Juan. Gestión Ambiental de Aguas Residuales Industriales con Mercurio Proveniente de la Minería Aurífera a Nivel Mundial: Estado del Arte. Rev. Univ. Salud. 2015. 17(1):132-144.

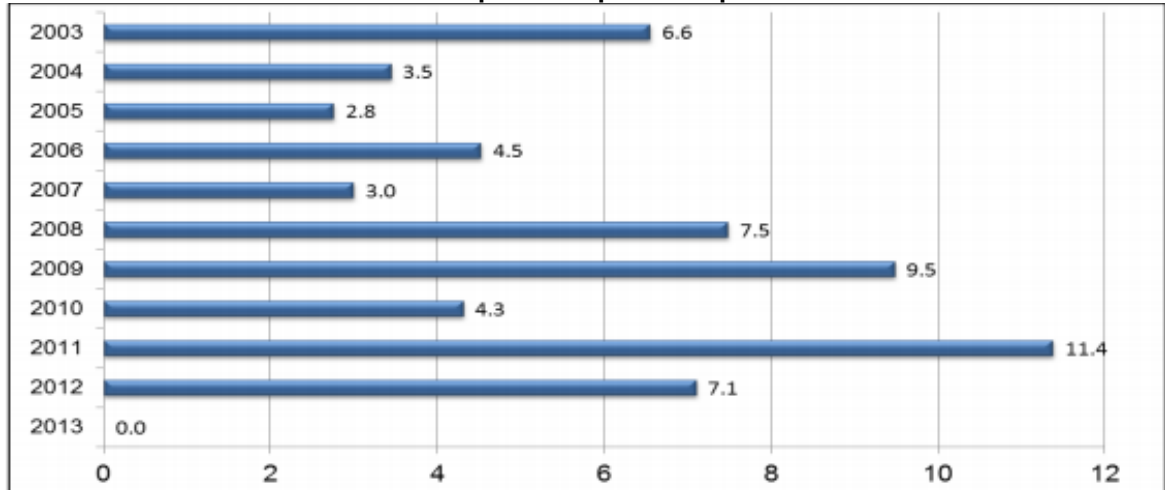
<sup>119</sup> AGENCIA DE NOTICIAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Los Buenos Oficios de Álcalis. [sitio web] Colombia [consultado en 27, enero, 2017]. Disponible en: <http://historico.agenciadenoticias.unal.edu.co/matices/ediciones/29/3.html>

<sup>120</sup> TORRES, Humberto; TORRES, Camilo. Determinación de cadmio, plomo y mercurio mediante espectrofotometría de absorción atómica (EEA) en las estructuras calcáreas del coral *Diploria clivosa*, del Sotavento de la isla de Barú (Caribe colombiano).

<sup>121</sup> AGAMEZ, Johnny. Valoración del riesgo de contaminación con mercurio por el consumo de pescado en poblaciones pesqueras de Santa Ana y La Boquilla (Costa Atlántica Colombiana). Cartagena de Indias. 2015.

menores compras, exceptuando 2012 y 2013 cuando no registra compras, fueron 2007 con 0.8 t (1.6 %) y 2004 con 1.7 t (3.4 %)”<sup>122</sup>.

**Gráfico 3: Toneladas de Mercurio Importadas por la Empresa Refisal en 2013**



**Fuente:** Legiscomex Citado por MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA; UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Estudio de la cadena del mercurio en Colombia con énfasis en la actividad minera de oro. 2014.

Actualmente se hacen estudios en la bahía de Cartagena para poder así determinar las concentraciones de mercurio en especies de la región, en las personas y en el agua de la bahía luego de haberse causado el daño a esta región por las plantas de producción de cloro-álcali.

Según Olivero<sup>123</sup>, la presencia de mercurio en la bahía de Cartagena ha afectado a plantas y peces de la zona, se tomaron muestras de peces en la zona y en todos se encontraron concentraciones de mercurio, no todas las muestras tenían concentraciones altas, pero no hubo excepción, y al realizar pruebas en la población costera también se encontraron concentraciones de mercurio, en igual manera no son muy altas, pero si ponen en riesgo la vida y la salud de las mujeres embarazadas, fetos y bebés.

“Estos altos niveles de Mercurio, Cadmio y Plomo acumulado al interior de los organismos marinos, evidencian el pobre y mínimo manejo de desarrollo ambiental

<sup>122</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA; UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Estudio de la cadena del mercurio en Colombia con énfasis en la actividad minera de oro. 2014.

<sup>123</sup> OLIVERO, Jesus; CABALLERO, Karina; TORRES, Nivis. Assessment of mercury in muscle of fish from Cartagena Bay, a tropical estuary at the north of Colombia. International Journal of Environmental Health Research. Vol. 19. No. 5. 2009. p. 343 – p. 355.

propuesto por las autoridades municipales, regionales y nacionales”<sup>124</sup>. Por otra parte, en Colombia se presentan varios casos de minería de tipo informal o artesanal, otra de las mayores fuentes de contaminación por mercurio en el país, ha sido tanta la contaminación y el daño que ha dejado esta industria que al firmar el Convenio de Minamata, los países latinos exigieron en este que se hablara y se dieran medidas para controlarla.

“Las definiciones de “pequeña minería” son diferentes en cada país; los criterios para su definición son: costos de inversión, número de trabajadores, producción de mineral bruto, ventas anuales, tamaño de concesión, situación de reservas o combinaciones de estos criterios”<sup>125</sup>.

“Se estima que el 28% del territorio nacional está sumido en actividades mineras de tipo ilegal, lo cual representa un grave problema de gobernabilidad y vigilancia estatal, sobre un sector que suele ser poco consecuente con las medidas de conservación y preservación del entorno ambiental”<sup>126</sup>.

La minería informal usualmente maneja procesos de beneficio de oro en los que se utiliza mercurio, además son usualmente producciones no limpias que no controlan sus efluentes y emisiones, procesos en los cuales solo se piensa en el factor económico y se descuidan los factores social y ambiental dejando así un grave daño al ambiente y unas malas condiciones para los trabajadores.

Según Guiza: “en la etapa de beneficio del oro, uno de los procedimientos más utilizados para separar el oro del material extraído se denomina amalgamación, en el cual el oro entra en contacto con el mercurio y forma una amalgama, las partículas de oro se adhieren al mercurio para posteriormente ser separadas mediante técnicas de destilación manual”<sup>127</sup>.

“Cuando se habla de la pequeña minería, se refiere a la explotación de yacimientos por individuos, grupos, familias o cooperativas con ninguna o mínima mecanización,

---

<sup>124</sup> TORRES, Humberto; TORRES, Camilo. Determinación de cadmio, plomo y mercurio mediante espectrofotometría de absorción atómica (EEA) en las estructuras calcáreas del coral *Diploria clivosa*, del Sotavento de la isla de Barú (Caribe colombiano).

<sup>125</sup> CANO, Santiago. Contaminación con mercurio por la actividad minera. Instituto Nacional de Salud. Biomédica. Vol. 32. No. 3. Bogotá D.C. 2012.

<sup>126</sup> LASTRA, Roberto. Degradación medioambiental como consecuencia del conflicto armado en Colombia. LEGEM. Vol. 3. No. 1. ISSN: 2346-2787. 2015. p. 59 - p. 70.

<sup>127</sup> GUIZA, L; ARISTIZABEL, JD. Mercury and Gold mining in Colombia: a failed state. Universitas Scientiarum. 2013. 18(1). p. 33 – p. 49. Citado por GARZÓN, Jennyfer; RODRÍGUEZ, Juan. Gestión Ambiental de Aguas Residuales Industriales con Mercurio Proveniente de la Minería Aurífera a Nivel Mundial: Estado del Arte. Rev. Univ. Salud. 2015. 17(1):132-144.

y que usualmente operan en el sector informal del mercado. En este tipo de minería prima el empirismo, la informalidad y la improvisación”<sup>128</sup>.

Es por estos factores que es una de las industrias que a nivel mundial más cantidad de mercurio consume y genera en sus efluentes, que en el caso de la minería ilegal, no es controlado y se vierte directamente a cuerpos de agua.

El mercurio se usa para separar y extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentra. El mercurio se adhiere al oro formando una amalgama que facilita su separación de la roca, arena u otro material. Luego se calienta la amalgama para que se evapore el mercurio y quede el oro. La minería del oro artesanal y en pequeña escala es, por sí sola, la mayor fuente de liberación intencional de mercurio del mundo. Según un informe del PNUMA fechado en 2007, anualmente, esta actividad consume 806 toneladas y genera emisiones del orden de 150 toneladas<sup>129</sup>.

Luego de ser utilizado el mercurio en el proceso de separar el oro, “el mercurio puede ser lanzado al ambiente en forma de vapor durante la quema de la amalgama y en forma líquida a través de los vertimientos que son arrojados a los cuerpos de agua o que se dejan a campo abierto sin ningún tipo de tratamiento”<sup>130</sup>.

“Sólo en la región comprendida entre los departamentos de Antioquia, Choco y Nariño, 16.784 hectáreas de bosque han sido deforestadas solo en el año 2014, derivada directamente de la actividad minera ilegal, de las cuales el 59,5% se dio en el Choco, mientras que en los departamentos de Nariño la cifra asciende al 11,3% y en Antioquia al 10,9%.”<sup>131</sup>

En Colombia existen varias zonas dedicadas a la explotación informal de oro, algunos de los casos que se han estudiado actualmente han sido en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Guainía y Bolívar, en los cuales la minería ilegal además de contaminar el medio ambiente y sus recursos, ha generado la presencia de mercurio en personas, principalmente trabajadores de esta industria.

---

<sup>128</sup> CANO, Santiago. Contaminación con mercurio por la actividad minera. Instituto Nacional de Salud. Biomédica. Vol. 32. No. 3. Bogotá D.C. 2012.

<sup>129</sup> Ibid., p. 310.

<sup>130</sup> IDROVO, Alvaro; MANOTAS, Luis; VILLAMIL, Gladys; ORTIZ, Jaime; SILVA, Elizabeth; ROMERO, Saúl; AZCÁRATE, Carlos. Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guainía (Orinoquia colombiana). Biomédica. 2001. 21. p. 134 – p. 141.

<sup>131</sup> LASTRA, Roberto. Degradación medioambiental como consecuencia del conflicto armado en Colombia. LEGEM. Vol. 3. No. 1. ISSN: 2346-2787. 2015. p. 59 - p. 70.

Al ser una industria tan improvisada, no se tienen cuidados medio ambientales ni laborales con sus empleados, cuenta Arias<sup>132</sup>, que luego de varias muestras en el departamento de Antioquia se encontró con que el 54% de los participantes tienen niveles anormales de mercurio, el 68.75% no pudo resolver una prueba que demuestra el estado del sistema nervioso central por la cual un cerebro en buen estado la puede completar, al preguntar se evidenció que el 46% no usaba ningún elemento de protección personal, y el 54% si usaban al menos uno pero no era adecuado.

“Todos los trabajadores que participan en actividades tales como mantenimiento de hornos, trabajos en un equipo con adecuaciones herméticas para realizar la fundición o quema de la amalgama de mercurio para el beneficio del oro y el mercurio (Retorta) , extracción y recuperación de mercurio, tienen un riesgo elevado de exposición; también las personas que manufacturan equipos eléctricos.; áreas donde se utiliza el mercurio como catalizador, en laboratorios odontológicos, técnicos dentales y operarios de laboratorios que utilizan este metal, de igual forma se ven afectados los operarios de fungicidas de mercurio orgánico”<sup>133</sup>.

La falta de compromiso con el medio ambiente y con los trabajadores de esta industria, han logrado que la contaminación por mercurio y la continuidad en su uso no sean un problema sino que los vean como una oportunidad de lograr resultados en explotación a bajo costo sin importar los impactos causados.

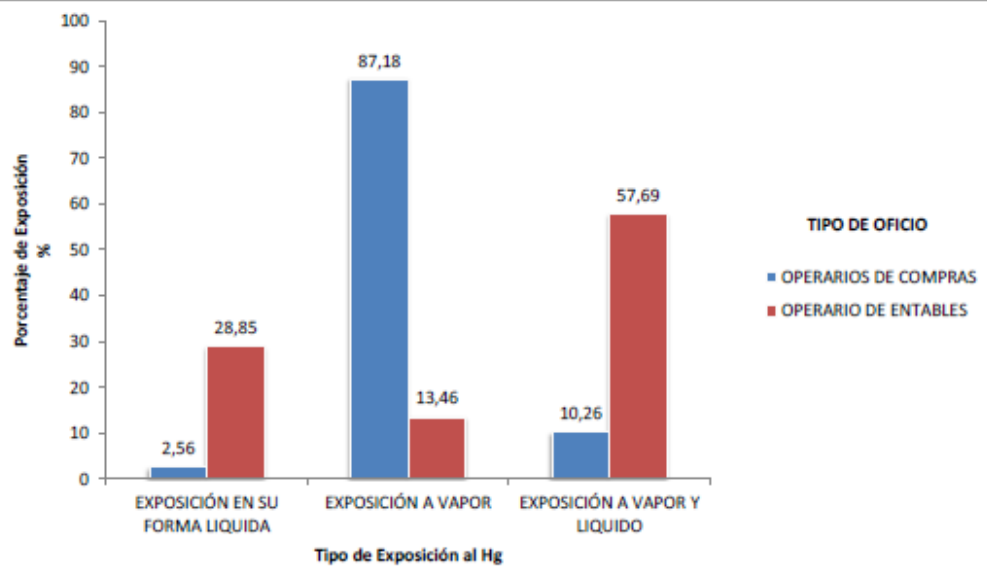
En el Gráfico 4 se muestran los porcentajes exposición en las diferentes formas de exposición al mercurio.

---

<sup>132</sup> ARIAS, Laura; CASTAÑO, Jairo; URIBE, Ana. Condiciones sociodemográficas, laborales y de salud en las personas expuestas a mercurio de forma ocupacional y no ocupacional en los municipios de Segovia y Remedios en el departamento de Antioquia durante el segundo semestre del año 2013 y el primer semestre del año 2014. 2014.

<sup>133</sup> Ibid., p. 27.

**Gráfico 4: Distribución Porcentual del Tipo de Exposición Según el Oficio**



**Fuente:** ARIAS, Laura; CASTAÑO, Jairo; URIBE, Ana. Condiciones sociodemográficas, laborales y de salud en las personas expuestas a mercurio de forma ocupacional y no ocupacional en los municipios de Segovia y Remedios en el departamento de Antioquia durante el segundo semestre del año 2013 y el primer semestre del año 2014. 2014.

Al hacerse procesos a altas temperaturas, el mercurio en forma de vapor es más probable que contamine a los trabajadores, por su parte el mercurio líquido solo llega a los trabajadores que entran en contacto con él o que beben agua del cuerpo de agua al cual se vierten estos desechos.

En Córdoba, más precisamente en el municipio de Ayapel, se practica mucho la minería ilegal, según García<sup>134</sup>, los efluentes con altas concentraciones de mercurio provenientes de esta actividad son descargados a la ciénaga de Ayapel, la más grande reserva hidrobiológica de Córdoba, de la cual dependen los pobladores de la región, por lo cual el problema no es solo ambiental sino también social.

Cuenta García<sup>135</sup>, que la concentración de mercurio en el cabello de la población fue muy superior a los límites permisibles internacionales, encontrándose a más del doble de la concentración permisible, los estudios demuestran que estas concentraciones se deben al consumo de pescado de los cuerpos de agua contaminados, y se encontraron casos de intoxicación y envenenamiento por mercurio, especialmente en mujeres donde los síntomas más comunes eran

<sup>134</sup> GARCIA, Lisy; MARRUGO, José; ALVIS, Erasmo. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 2010. 28(2): 118-124.

<sup>135</sup> Ibid., p. 122.

cefalea, falta de energía, nerviosismo, falta de conciliación del sueño, lagrimeo, pérdida de la memoria y hormigueo en las extremidades.

En el departamento del Guainía, también se practica mucho la minería informal, y la mayoría de los vertimientos con mercurio van a parar al río más cercano, el río Inírido.

La cercanía de la zona a Puerto Inirida fue el criterio clásico para la selección de la población debido a las dificultades logísticas para realizar un estudio en las extensas áreas de la Orinoquia. Dentro de la región, los individuos invitados a participar debían tener como características el ser residente en la zona, tener algún tipo de relación con las labores de minería aurífera y haber incluido en su dieta pescado y agua de la zona de estudio durante los 5 años previos<sup>136</sup>.

Según Gasca<sup>137</sup>, en la zona se encuentran cercanas al peligro al menos 7400 personas entre aquellos que se relacionan con actividades mineras y otros que no, lo que tienen en común es que el pescado de alimento de la región está contaminado con concentraciones de mercurio.

El estudio se realizó en aproximadamente 480 habitantes, cuenta Idrovo<sup>138</sup>, que el ambiente laboral de los individuos encuestados es muy precario, un ambiente en el cual el uso de protección personal es algo que pocos tienen, menos del 17%, y el 80% de los trabajadores lava su ropa en el mismo río donde se descargan los efluentes de la industria, en esta zona el 85.71% de los residuos de mercurio son enterrados, y el resto son eliminados por los efluentes líquidos de las industrias de oro.

En el departamento de Bolívar, más específicamente en la ciudad de Cartagena es en donde más se han visto los efectos de la contaminación por mercurio debido a la planta de cloro-álcali ubicada en la bahía de la ciudad, esta ciudad ha sido centro de muchas investigaciones sobre la concentración de mercurio en los habitantes de la zona, en plantas y en animales que tienen contacto con la bahía de Cartagena.

---

<sup>136</sup> IDROVO, Alvaro; MANOTAS, Luis; VILLAMIL, Gladys; ORTIZ, et. al. Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guainía (Orinoquia colombiana). *Biomédica*. 2001. 21. p. 134 – p. 141.

<sup>137</sup> GASCA, Adriana. Environmental Exposure to Mercury in Gold Mining: Health Impact Assessment in Guainía, Colombia. *Revista Salud Pública*. 2(3). p. 233 – p. 250. 2000.

<sup>138</sup> IDROVO. Op. cit., p. 138.

En la bahía de Cartagena, según Olivero<sup>139</sup>, se tomaron muestras de pescados en las cuales se encontró presencia de mercurio, se tomaron muestras de 18 especies, de las cuales el 100% contiene mercurio pero solo el 20% tiene una concentración tan alta que llega a afectar al pez, en familias de la región se tomaron muestras y también se encontró presencia de mercurio en las personas, esto debido a que la fuente de proteína principal es el pescado de la bahía.

“La toxicidad es el efecto nocivo que ocurre en humanos, animales, plantas o microorganismos como resultado de la acción de un material o de una mezcla de materiales. Este efecto adverso puede tomar formas variadas, tales como enfermedad, cambios morfológicos, histológicos, fisiológicos y bioquímicos, modificaciones del comportamiento, cambios en la reproducción, daño genético o muerte”<sup>140</sup>.

Respecto a los estudios realizados en plantas, se tomaron como referencia plantas tropicales de diferentes regiones del país, para así conocer el efecto tóxico sobre estas así que como especie a estudiar se propuso la lenteja de agua (*Lemna minor*), una planta de rápido crecimiento que se encuentra con facilidad.

Cuenta Posada<sup>141</sup>, que esta especie de planta es de las más utilizadas para ensayos de toxicidad por su rápido crecimiento y sensibilidad, se demostró que en bajas concentraciones el mercurio es letal para esta planta, además de la presencia de aberraciones cromosómicas, bioacumulación, biomagnificación y disminución en el crecimiento poblacional, como se muestra en el Gráfico 5, y un mayor índice de mortalidad, como se ve en el Gráfico 6.

---

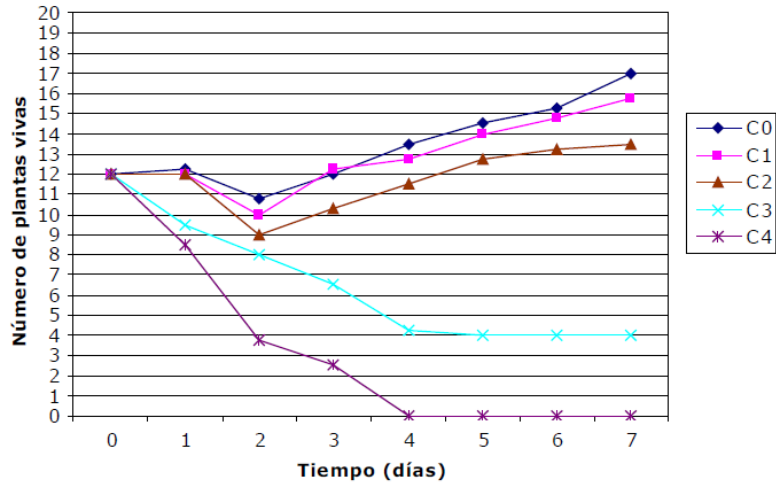
<sup>139</sup>OLIVERO, Jesus; CABALLERO, Karina; TORRES, Nivis. Assessment of mercury in muscle of fish from Cartagena Bay, a tropical estuary at the north of Colombia. *International Journal of Environmental Health Research*. Vol. 19. No. 5. 2009. p. 343 – p. 355.

<sup>140</sup> POSADA, Martha; ARROYAVE, María del Pilar. Efectos Del Mercurio Sobre Algunas Plantas Acuáticas Tropicales. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia: Revista EIA. ISSN 1794-1237. No 6. p. 57-67. 2006.

<sup>141</sup> Ibid., p. 58.

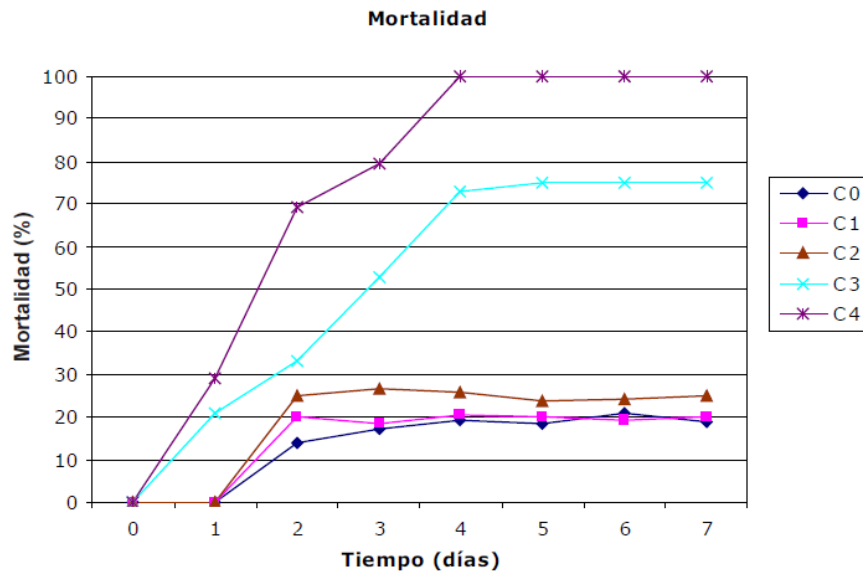


**Gráfico 5: Crecimiento Poblacional de Lemna Minor a Diferentes Concentraciones de Mercurio (C0 = 0,00 mg/L; C1 = 0,01 mg/L; C2 = 0,10 mg/L; C3 = 1,00 mg/L; C4 = 10,00 mg/L).**



**Fuente:** POSADA, Martha; ARROYAVE, María del Pilar. Efectos Del Mercurio Sobre Algunas Plantas Acuáticas Tropicales. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia: Revista EIA. ISSN 1794-1237. No 6. p. 57-67. 2006.

**Gráfico 6: Mortalidad de la Población de Lemna Minor a Diferentes Concentraciones de Mercurio (C0 = 0,00 mg/L; C1 = 0,01 mg/L; C2 = 0,10 mg/L; C3 = 1,00 mg/L; C4 = 10,00 mg/L).**



**Fuente:** POSADA, Martha; ARROYAVE, María del Pilar. Efectos Del Mercurio Sobre Algunas Plantas Acuáticas Tropicales. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia: Revista EIA. ISSN 1794-1237. No 6. p. 57-67. 2006.

La disminución en el crecimiento poblacional es más notorio a medida que aumenta la concentración de mercurio en el medio de la planta, por su parte la mortalidad aumenta notoriamente al aumentar la concentración de mercurio en el medio de la planta, dando así resultados concretos de cómo afecta este metal pesado a la planta en estudio, y correlacionando, así mismo afecta al resto de seres vivos.

En el centro del país se encuentra otra industria, las empresas de curtiembres, que si bien no controlan ni regulan sus efluentes y la contaminación en ellos, no han sido cerradas, penalizadas o ayudadas a controlar la contaminación en los vertimientos realizados.

De acuerdo con los datos oficiales del gobierno nacional, en todo el país funcionan aproximadamente 800 empresas de curtiembres; en Bogotá y su sabana se concentran el 60% de estas empresas en nuestro país, ellas se caracterizan por tener un proceso productivo artesanal, ser microempresas y carecer de sistemas técnicos de control al riesgo y vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos<sup>142</sup>.

“Gran parte de la contaminación generada por la industria de la curtiduría se debe a la falta de capacitación en el uso de los recursos e insumos utilizados en los procesos productivos; esta situación aplica a la gran mayoría de las curtiembres de Villapinzón y Chocontá”<sup>143</sup>.

Según la Corporación Autónoma Regional (CAR, 2006), en Colombia se localizan 737 curtiembres de las cuales 4 se clasifican como gran empresa; estas últimas procesan el 25% del total, equivalente a 3,5 millones de pieles por año. Dentro de la mediana industria se incluyen 8 curtiembres que procesan el 17% de la producción total, mientras el 58% restante es procesado por las otras 725 curtiembres, distribuidas así: 121 en el municipio de Villapinzón, 50 en el municipio de Chocontá, 9 en el municipio de Cogua y 350 en el sector de San Benito en Bogotá<sup>144</sup>.

De esta actividad los efluentes acaban en el río Bogotá, que finalmente llega a la ciudad de Bogotá, siendo en este punto uno de los más contaminados del planeta, desechos de esta industria y de muchas otras que vierten sus efluentes a este río, lo han contaminado por años sin responder por las consecuencias.

---

<sup>142</sup> TÉLLEZ, Jairo; CARVAJAL, Mary; GAITÁN, Ana. Aspectos toxicológicos relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres. 2003.

<sup>143</sup> ARTUZ, Luis; MARTÍNEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias de curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomas. 2011.

<sup>144</sup> CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL. 2006. Citado por ARTUZ, Luis; MARTÍNEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias de curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomas. 2011.

El problema de contaminación afecta directamente la calidad de vida de la población colombiana, encadenándose con aspectos de carácter económico y político. La sobrepoblación en determinadas regiones geográficas y la estrategia empresarial basada en la maximización de beneficios y la reducción de costos, obligan a que bienes públicos como el aire y el agua sean contaminados, sin tener en cuenta que se está afectando a terceros, es decir, que se producen costos sociales que nunca son retribuidos<sup>145</sup>.

### 5.3.2. Otros Casos en el Mundo

La contaminación por mercurio se encuentra en muchos países del globo terráqueo, algunos al nivel de lo ocurrido en Minamata, Japón, pero en otros casos se ha presentado contaminación por efluentes industriales, lo cual genera un riesgo para la salud, aunque menor que el presentado en Minamata.

En 1965 hubo en Japón un segundo brote de la enfermedad de Minamata, localizado en la cuenca del río Agano, en la Prefectura de Niigata. Una empresa diferente de productos químicos, que producía acetaldehído usando un catalizador de sulfato de mercurio y un proceso similar, vertió sus aguas residuales en el río Agano. El gobierno japonés certificó a 690 personas como pacientes en este brote de la enfermedad<sup>146</sup>.

“Otro ejemplo de la enfermedad de Minamata ocurrió a inicios de la década de 1970, en Irak, cuando murieron unas 10.000 personas, aproximadamente, y otras 100.000 sufrieron daño cerebral grave y permanente luego de consumir trigo que había sido tratado con metilmercurio”<sup>147</sup>.

Según Hu<sup>148</sup>, en los últimos 30 años la economía de China se ha fortalecido y ha hecho que el consumo energético del país aumente considerablemente, y así mismo la contaminación ambiental, especialmente por gases procedentes de los procesos de combustión y metales pesados así como sustancias tóxicas, en 2011 el Ministerio de protección ambiental de China indicó que las mayores fuentes de emisiones de mercurio en el país son industrias que incluyen manufactura de materiales y productos químicos, fundición de metales, galvanoplastia y la industria minera, en la Tabla 1 se muestran las fuentes y la cantidad de descargas de mercurio y otros metales pesados.

---

<sup>145</sup> ARTUZ, Luis; MARTÍNEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias de curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomas. 2011.

<sup>146</sup> WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

<sup>147</sup> Ibid., p. 24.

<sup>148</sup> HU, Hui; JIN, Qian; KAVAN, Philip. A Study of Heavy Metal Pollution in China: Current Status, Pollution-Control Policies and Countermeasures. Sustainability. ISSN 2071-1050. 2014

**Tabla 1: Metales Pesados por Fuente de Contaminación en la Provincia de Hubei**

Source	Waste water with heavy metals discharged (10,000 tons)	Hg in waste water (kg)	Cd in waste water (kg)	Total Cr in waste water (kg)	Cr (VI) in waste water (kg)	Pb in waste water (kg)	As in waste water (kg)
Manufacture of chemical materials and chemical products	18,741	9.6	0.7	221.1	61	5.4	9988.3
Ferrous metal smelting and rolling processing industry	23,942	0	0.1	1724.2	1724.2	0.1	0
Non-ferrous metal smelting and rolling processing industry	559	8.4	510.2	1.3	1.3	1870.3	2567.7
Manufacture of fabricated metal products	904	0	0	6133.4	6131.6	945.4	0
Electroplating industry	2458	0	3.2	8629.7	8628.5	46.2	0
Mining industry	12,916	4.5	131.6	4	3.9	557	2630

**Fuente:** HU, Hiu; JIN, Qian; KAVAN, Philip. A Study of Heavy Metal Pollution in China: Current Status, Pollution-Control Policies and Countermeasures. Sustainability. ISSN 2071-1050. 2014

Las cantidades de mercurio que son dispuestas en vertimientos son alarmantes, sabiendo que China es una potencia a nivel mundial, y que es el país que más contamina con mercurio en el mundo, las cantidades sorprenden al mostrar la grave contaminación y falta de control por parte del gobierno Chino. En casos más cercanos, México presenta una alta contaminación por mercurio debido a que México es un país productor de este metal pesado, además de usarlo también en sus procesos industriales y de minería.

Según Ramírez<sup>149</sup>, en México las plantas de producción de Cloro-Álcali producen cerca de 275 toneladas al año de mercurio, y consumen cerca de 5.7 toneladas al año, en los rellenos sanitarios se llega a tirar 8 toneladas de mercurio al año procedentes de diferentes productos como lámparas fluorescentes, termómetros, entre otros, en los cuerpos de agua como el río San Juan de Querétaro, se encuentran concentraciones de mercurio desde 500 veces mayores hasta 1000

<sup>149</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

veces mayores al límite recomendado, en pozos geotérmicos se encontraron liberaciones de hasta 47 Kg de mercurio al año.

La ausencia de programas efectivos de vigilancia y control de contaminantes del ambiente costero mexicano, la creciente industrialización y urbanización de la zona costera mexicana y sobre todo la falta de una verdadera aplicación de normas ambientales han ocasionado que el 30% de los ríos y las lagunas del Golfo de México estén contaminados por mercurio y plomo, principalmente en el área del río Coatzacoalcos en Veracruz y de la laguna de las Ilusiones en Tabasco<sup>150</sup>.

Es preocupante para México el encontrarse en una situación en la cual el manejo y gestión ambiental del mercurio son algo que todavía no se trabaja, “no se tiene una política clara de manejo del mercurio, lo cual reduce las opciones para su disposición o reciclaje, y dificulta que la iniciativa privada invierta en el manejo de residuos de termómetros, lámparas de mercurio, etc”<sup>151</sup>.

Perú es un país rico en minerales que ha sufrido la contaminación por mercurio debido a la minería ilegal e informal, uno de los departamentos que más minería de este tipo ha sido el departamento de Madre de Dios, donde la principal actividad económica es la minería.

La minería aluvial del oro que se ejecuta tanto informal como ilegalmente en el corredor minero y zonas de exclusión total para la minería en Madre de Dios, viene generando impactos directos e indirectos sobre la salud no sólo de los mineros que trabajan en condiciones de riesgo elevado a la exposición al polvo, la radiación solar excesiva, la humedad, el ruido, traumatismo mecánico vibratorio, exposición directa al mercurio especialmente en estado gaseoso presente en los lugares de compra de oro y otros productos químicos tóxicos, accidentes laborales frecuentes, sino también sobre la población general debido a las ingentes cantidades de mercurio vertido a las fuentes de agua que son utilizadas por los poblados de toda la cuenca del río Madre de Dios<sup>152</sup>.

---

<sup>150</sup> VILLANUEVA, Susana; BOTELLO, Alfonso. Metales pesados en la zona costera del golfo de México y caribe mexicano: Una revisión. Rev. Int. Contam. Ambient. 8(1). p. 47 – p. 61. 1992.

<sup>151</sup> RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

<sup>152</sup> OSORES, Fernando; ROJAS, Jesús; MANRIQUE, Carlos. Minería informal e ilegal y contaminación con mercurio en Madre de Dios: Un problema de salud pública. 2012.

Según Osores<sup>153</sup>, se realizó un estudio hidrobiológico en el río Tahuamanu, ubicado en el departamento de Madre de Dios, una zona libre de minería ilegal o informal, se suponía que las cantidades de mercurio debían ser bajas o casi imperceptibles, los resultados concluyeron que en las 16 especies de peces del río se encontraron concentraciones detectables de mercurio, y en 5 de estas especies los niveles de mercurio superaron el límite máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud.

Estos peces son la fuente principal de alimento en la región, y sabiendo que el río Tahuamanu no debería estar contaminado, queda claro que los ríos cercanos a los lugares donde se practica la minería ilegal o informal, mayores niveles de mercurio tendrán poniendo en riesgo la salud de las personas de la región. En Ecuador los vertimientos de mercurio son descargados al mar o a ríos que llegan a este, y así como en Colombia ocurrió en el año 2016, en este mismo año se encontró la presencia de mercurio en atún enlatado de empresas de la ciudad de Manta.

Según Bello<sup>154</sup>, en varias pruebas realizadas en el atún enlatado de la región y teniendo en cuenta el límite permisible por la OMS (0.5 ppm de Hg), se comprobó que los valores superaban este valor en todas las muestras, con concentraciones máximas de 2.37 ppm de Hg, y concentraciones mínimas de 0.66 ppm de Hg.

Con concentraciones tan altas, las empresas que se encargan de producir este atún enlatado están poniendo en peligro la salud de las personas que consumen este producto (principalmente las personas de Ecuador y Estado Unidos), con esto no solo se pone en juego la salud y la vida de las personas sino también el prestigio y nombre de las empresas productoras y del gobierno que no controla las descargas de mercurio a la atmosfera y a cuerpos de agua.

En Argentina se ha estudiado otro fenómeno, la contaminación por mercurio proveniente de pilas y baterías en desuso, un problema que llega directamente a botaderos, incineradores y rellenos sanitarios, lugares en donde la disposición de mercurio no es la adecuada.

Hoy conocemos los peligros que la incineración genera, si, los vapores especialmente de mercurio, emanados de la descomposición térmica de pilas son eliminados a la atmósfera sin un tratamiento adecuado.

Otro problema, consiste en el manejo de los residuos de combustión con riesgo adicional, sobre todo en la futura solubilización de los metales obtenidos en las cenizas y el problema de su disposición final. En los

---

<sup>153</sup> OSORES, Fernando; ROJAS, Jesús; MANRIQUE, Carlos. Minería informal e ilegal y contaminación con mercurio en Madre de Dios: Un problema de salud pública. 2012.

<sup>154</sup> BELLO, Italo. Contenido de mercurio en Atún enlatado de empresas de la ciudad de Manta, provincia de Manabí (Ecuador). VirtualPro. No. 179. ISSN: 1900-6241. 2016.

residuos, la concentración de estos componentes aumenta significativamente<sup>155</sup>.

En general el problema del reciclaje de pilas se encuentra a nivel mundial, debido a la difícil recolección y reutilización o reciclaje de las pilas, los métodos convencionales no funcionan para tratar este problema ya que en algún sitio de disposición, luego de un tiempo la pila descompuesta va a liberar al ambiente los compuestos tóxicos que tiene internamente, por su parte el incinerador no es viable debido a que se liberan grandes concentraciones de vapores provenientes del mercurio y demás compuestos de la pila directamente a la atmosfera.

Con el fin de controlar y regular el uso del mercurio, y poner fin a estos episodios de contaminación y envenenamiento por mercurio que se han dado en todo el mundo, se ha creado el Convenio de Minamata, como estrategia para lograr que los países firmantes del convenio se unan para evitar la destrucción del medio ambiente y la calidad de vida por culpa de este metal pesado.

---

<sup>155</sup> PRÓSPERI, Susana; MOLINA, María; NAJAR, Laura; GUAJARDO, Adriana. Impacto Ambiental Producido por pilas en desuso. Mendoza. 2000.

## 6. CONVENIO DE MINAMATA

En enero de 2013, en su quinto período de sesiones, el Comité Intergubernamental de Negociación acordó el texto del Convenio de Minamata sobre el Mercurio. El texto fue aprobado en la Conferencia de Plenipotenciarios, reunida en el Japón, el 10 de octubre de 2013, tras lo cual fue abierto a la firma. El Convenio tiene por objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio, y en él se recogen diversas medidas para cumplir dicho objetivo<sup>156</sup>.

El Convenio de Minamata busca controlar el uso y comercialización de mercurio por medio de 35 artículos en los cuales se destaca desde el objetivo primordial del convenio hasta metodologías políticas por medio de las cuales se pueda hacer que cada país contribuya activamente a realizar un buen manejo del mercurio y cambiar la tecnología del país a una que genere menores impactos ambientales y de salud al evitar la necesidad de este metal.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>157</sup>, desde el año 2014 se iniciaron a poner en marcha programas con el apoyo del Fondo Mundial para el Medio Ambiente Mundial para determinar las principales fuentes de emisión de mercurio y así obtener diagnósticos acertados de la realidad en la región de América Latina y el Caribe y de esta manera facilitar la ratificación del Convenio de Minamata.

El convenio sí prevé la eliminación gradual del mercurio de la mayoría de los productos, incluyendo plaguicidas y ciertas baterías, focos, interruptores, cosméticos y dispositivos de medición, para el año 2020. Un producto que suscitó debates exhaustivos fue la amalgama dental. El Grupo de Trabajo para Cero Mercurio, una coalición de organizaciones ambientales y de salud, tomó la iniciativa de incluir las amalgamas en el convenio, señalando que son una fuente significativa de emisiones de mercurio proveniente de los restos humanos cremados y de los desechos de amalgama que van a dar al drenaje<sup>158</sup>.

El Convenio de Minamata tiene un enfoque hacia todo el ciclo de vida de los productos que contienen mercurio, y en cada uno de sus artículos se habla de que

---

<sup>156</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>157</sup> PNUMA. El PNUMA en América Latina y el Caribe. Boletín. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2014.

<sup>158</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.



hacer para controlar todo el ciclo de vida y los impactos causados por la falta de control sobre este metal pesado.

El Convenio abarca las siguientes áreas principales:

1. Fuentes de suministro y comercio de mercurio (Artículo 3);
2. Productos con mercurio añadido (Artículo 4);
3. Procesos de fabricación en los que se utiliza mercurio o compuestos de mercurio (Artículo 5);
4. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala (ASGM) (Artículo 7);
5. Emisiones (a la atmósfera) (Artículo 8);
6. Liberaciones (a suelo y agua) (Artículo 9);
7. Almacenamiento provisional Ambientalmente racional de mercurio, Distinto del mercurio de desecho (Artículo 10);
8. Desechos de mercurio (Artículo 11);
9. Sitios contaminados (Artículo 12); y
10. Aspectos relacionados con la salud (Artículo 16)<sup>159</sup>.

Y ya que el Convenio de Minamata es incluyente para todos los países firmantes, no se concentra solo en la parte ambiental, sino también en procesos legales y políticos para contribuir al desarrollo de actividades para el correcto cumplimiento del convenio.

El Convenio también destaca algunos procesos que ayudarán a los países a cumplir con sus obligaciones y a asegurar que los otros países también lo hagan. Esto incluye:

1. Recursos financieros y mecanismo financiero (Artículo 13);
2. Creación de capacidad, asistencia técnica y transferencia de tecnología (Artículo 14);
3. Comité de aplicación y cumplimiento (Artículo 15);
4. Intercambio de Información (Artículo 17);
5. Información, sensibilización y formación del público (Artículo 18);
6. Investigación, Desarrollo y Vigilancia (Artículo 19); y
7. Planes de Aplicación (Artículo 20)<sup>160</sup>.

“El convenio también incluye ciertos procesos de fabricación, sobre todo la eliminación gradual del mercurio de la producción de acetaldehído, el origen de la contaminación de Minamata. Para el año 2020 los países deben reducir a la mitad

---

<sup>159</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

<sup>160</sup> Ibid., p. 6.

el uso del mercurio en la producción del monómero cloruro de vinilo, principal componente del plástico PVC”<sup>161</sup>.

El convenio busca la firma y ratificación de todos los países interesados, para así poder dar inicio a los procesos y actividades para implementar el convenio lo antes posible y así evitar más contaminación por mercurio, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>162</sup>, para el fin de febrero de 2017 128 países han firmado el convenio y 38 ya lo han ratificado, siendo los más recientes a esta fecha Togo (03/02/2017), Liechtenstein (01/02/2017) y Costa Rica tras haber ratificado el Convenio de Minamata el 19 de enero de 2017, este convenio ya ha sido ratificado por países como China, Ecuador, Suiza, Japón, Perú, Bolivia, Uruguay, entre otros, por su parte Colombia solo cuenta con la firma del convenio.

### **6.1. CONVENIO DE MINAMATA COMO INSTRUMENTO INTERNACIONAL.**

Uno de los primeros instrumentos internacionales en tener en cuenta el manejo y la utilización del mercurio, fue el convenio de Basilea en donde se habló de los desechos peligrosos y los métodos para su eliminación, según el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia<sup>163</sup>, se dieron indicaciones sobre los compuestos que contengan mercurio y compuestos de mercurio, con el fin de regular el transporte transfronterizo de estas sustancias y dar indicaciones de como eliminar estas sustancias.

Años después en 1998 se adoptó el convenio de Rotterdam, buscando controlar, concientizar y dar maneras de proceder ante la utilización de plaguicidas y diferentes productos químicos peligrosos que pueden ser de interés alrededor del mundo, cuenta el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia<sup>164</sup>, que se hizo mención en reiteradas ocasiones a compuestos de mercurio de todo tipo incluidos en plaguicidas, para proceder con su eliminación y prohibición y de esta manera tener una iniciativa para proteger el agua, el suelo y a las comunidades que pudieran salir afectadas.

Los instrumentos internacionales se caracterizan por contar con una estrategia incluyente en la cual cada país debe realizar su parte y así con ayuda de los otros

---

<sup>161</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata Sobre el Mercurio. Un primer paso para proteger a las generaciones futuras. 2014. En: Salud Pública de Mexico. Vol. 56. N. 1.

<sup>162</sup> PNUMA. Minamata Convention on Mercury. News. [sitio web] [consultado en 12, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.mercuryconvention.org/News/tabid/3430/lapg-21602/1/Default.aspx>

<sup>163</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE COLOMBIA. Manual de Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.: María Carolina Casas Méndez, 2002. p. 7.

<sup>164</sup> Ibid., p. 7.

países se logran objetivos comunes planteados en el convenio, y otros internos que no se incluyen en este.

La cooperación internacional es importante para lograr un avance uniforme de los países en sus objetivos comunes, en casos como el del Convenio de Minamata el número de países firmantes hacen que no sea un problema el apoyo internacional o la ayuda de un fondo internacional debido a que todos los países buscarán avanzar en el tema, forjando así una economía libre de mercurio, por su parte los países que no cumplen los lineamientos del convenio perderán poder económico al saber que el mercurio no lo podrán comercializar ni siquiera en sus compuestos más inofensivos o en pequeñas cantidades en partes de productos como los electrónicos.

Según Moreno<sup>165</sup>, A partir de la creación de instrumentos internacionales como el Programa 21 de la ONU, se han dado importantes avances a nivel mundial respecto a la gestión ambiental de productos químicos peligrosos, lo cual ha repercutido en políticas y acciones que desarrollan los países comprometidos con el programa y con la importancia que se le ha dado, se han creado nuevos instrumentos y programas para complementar los ya creados y así obtener mejores resultados.

Así como al Programa 21 y a la Cumbre de la Tierra se les ha dado una alta importancia por ser instrumentos internacionales incluyentes que piden a los países su cooperación internacional para lograr objetivos comunes, al Convenio de Minamata se le dará tal importancia al cabo del tiempo requerido para que sea ratificado por la mayoría de los países firmantes.

Según el PNUMA<sup>166</sup>, cada parte firmante del convenio que tenga los recursos, se dispondrá a facilitarlos para las actividades nacionales que busquen aplicar el Convenio de Minamata, estos recursos pueden provenir de financiación nacional mediante políticas al respecto, estrategias y planes nacionales, así como apoyo del Fondo Internacional para el Medio Ambiente y la participación del sector privado para así controlar a la empresas que están contaminando con mercurio o utilizándolo.

El Convenio de Minamata abarca todo tipo de productos y sustancias que contengan mercurio, y al ser incluyente para todos los países, delimitó una fecha para iniciar

---

<sup>165</sup> MORENO, Adriana. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN COLOMBIA, ENMARCADO EN EL PROGRAMA 21 DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Bogotá D.C. Fundación Universidad de América. 2013.

<sup>166</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

su aplicación, cuenta el PNUMA<sup>167</sup>, que se le prohíbe a los países firmantes del convenio continuar con plantas de producción de acetaldehído que incluyan mercurio para el año 2018, producir, importar o exportar diferentes productos que contienen mercurio a partir del año 2020, dando así desde la firma del convenio un periodo de 7 años para lograr este paso en el control de esta sustancia, y finalmente para el año 2025 se prohibirá la producción de cloro-álcali, y se procederá a desmantelarlas adecuadamente de acuerdo a la gestión ambiental para así evitar futuros incidentes. En el Anexo B se especifican las medidas acordadas y sus años de implementación de acuerdo a lo firmado en el Convenio de Minamata.

## **6.2. PRINCIPALES ASPECTOS ABORDADOS**

El Convenio de Minamata cuenta con un marco temporal de 5 años para iniciar su implementación, este tiempo cuenta desde el momento de la firma del documento en 2013, a partir del año 2018 se iniciarán a realizar cambios tanto en políticas como en iniciativas con el fin de dar cumplimiento al convenio, en el Anexo B se muestran algunas de las iniciativas a las que se comprometen los países que firmaron el convenio, y su año de implementación.

En el texto oficial del Convenio de Minamata se muestran todos los aspectos que abarca el convenio, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>168</sup>, que ninguna parte permitirá la extracción primaria de mercurio a menos que ya se estuviera haciendo, en donde se le concederá permiso de extracción de hasta 15 años máximo, todo esto a partir de la fecha de entrada en vigor del convenio, además para esta fecha cada parte se esforzará por encontrar las existencias de mercurio superiores a 50 toneladas métricas y suministros de mercurio superiores a 10 toneladas métricas al año.

Cuenta el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>169</sup>, que ningún país puede permitir exportación de mercurio, solo será permisible para el almacenamiento provisional ambientalmente racional, uso permitido por virtud del convenio, así mismo ninguna parte permitirá la importación de mercurio, y se realizarán análisis para compuestos que contengan concentraciones de mercurio y así determinar si se debe o no prohibir su producción, importación y exportación.

---

<sup>167</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

<sup>168</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>169</sup> Ibid., p. 10.

Dice el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>170</sup>, que a partir del momento en el que entre en vigor el convenio será prohibida cualquier extracción primaria de mercurio exceptuando a aquellas actividades que antes del convenio estuvieran efectuando esta actividad y que en el momento en que las plantas de cloro-álcali sean desmanteladas, el mercurio debe desecharse de acuerdo a la gestión ambiental racional.

El artículo 4 del Convenio de Minamata hace referencia a los productos que contienen mercurio añadido, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>171</sup>, que se adoptarán medidas pertinentes para la producción, importación y exportación de estos, y luego de 5 años de la entrada en vigor del convenio, se procederá a evaluar las medidas tomadas. Las medidas deben implementarse para el año 2020 en el cual ya no estará permitida la producción, importación y exportación de productos con mercurio añadido.

Cada Parte desincentivará la fabricación y la distribución con fines comerciales de productos con mercurio añadido para usos que no estén comprendidos en ninguno de los usos conocidos de esos productos antes de la fecha de entrada en vigor del presente Convenio para ella, a menos que una evaluación de los riesgos y beneficios de ese producto demuestre beneficios para la salud humana o el medio ambiente. La Parte proporcionará a la Secretaría, según proceda, información sobre cualquier producto de ese tipo, incluida cualquier información sobre los riesgos y beneficios para la salud humana y el medio ambiente. La Secretaría pondrá esa información a disposición del público<sup>172</sup>.

La cantidad de productos que contienen mercurio añadido es numerosa, por eso se debe realizar un arduo análisis respecto a cómo se están produciendo, importando y exportando estos productos con el objetivo de controlar esta fuente de contaminación y de transporte de mercurio por medio de políticas y desincentivar a las empresas que los producen y comercializan antes del año 2020, en el Anexo C se muestra la lista de los productos que contienen mercurio añadido y la fecha a partir de la cual no se permitirá la producción, importación y exportación.

El convenio también incluye ciertos procesos de fabricación, sobre todo la eliminación gradual del mercurio de la producción de acetaldehído, el origen de la contaminación de Minamata. Para el año 2020 los países deben reducir a la mitad el uso del mercurio en la producción del monómero cloruro de vinilo, principal componente del plástico PVC. China

---

<sup>170</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>171</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

<sup>172</sup> Ibid., p. 14.

no es el único país que produce el monómero cloruro de vinilo utilizando el mercurio como catalizador, pero el IPEN describe a la industria china como una fuente de emisiones no cuantificada y “potencialmente enorme”<sup>173</sup>.

Las Partes desincentivarán el establecimiento de instalaciones, no existentes antes de la fecha de entrada en vigor del presente Convenio, que usen cualquier otro proceso de fabricación en el que se utilice mercurio o compuestos de mercurio de manera intencional, salvo que la Parte pueda demostrar, a satisfacción de la Conferencia de las Partes, que el proceso de fabricación reporta un beneficio importante para el medio ambiente y la salud, y que no existen alternativas sin mercurio viables desde el punto de vista económico y técnico que ofrezcan ese beneficio<sup>174</sup>.

Una de las partes del Convenio de Minamata hace referencia a la explotación artesanal de oro y en pequeña escala, los más interesados en poner este artículo en el convenio han sido los países en vía de desarrollo, especialmente los latinoamericanos que son los que más afectados se han visto por estos tipos de minería.

Cuenta el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>175</sup>, que las medidas del convenio se aplicarán a las actividades de extracción y tratamiento de oro en los cuales se utilice amalgama de mercurio, los países cooperarán entre sí y con organizaciones intergubernamentales para lograr los objetivos del convenio y así formular estrategias para controlar este tipo de minería, además de regir investigaciones y formación educacional para evitar que se presente el uso del mercurio y así lograr mejores alternativas desde los puntos de vista ambiental, técnico, social y económico.

En el Convenio de Minamata también se hace referencia al tema de las emisiones de mercurio, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>176</sup>, el artículo trata sobre la reducción y el control de emisiones hechas a la atmósfera por fuentes puntuales como centrales eléctricas de carbón, calderas industriales de carbón, procesos de fundición y calcinación utilizados en la producción de metales no ferrosos, plantas de incineración de desechos y fábricas de cemento Clinker.

---

<sup>173</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata sobre el Mercurio En: Salud pública de México. 2014. Vol. 56 Issue 1, p85-92. 8p. 5 Black and White Photographs.

<sup>174</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>175</sup> Ibid., p. 18.

<sup>176</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

Las liberaciones al agua y al suelo también se tienen en cuenta en el convenio, “Una Parte en la que haya fuentes pertinentes adoptará medidas para controlar las liberaciones y podrá preparar un plan nacional en el que se expongan las medidas que deben adoptarse para controlar las liberaciones, así como las metas, los objetivos y los resultados que prevé obtener”<sup>177</sup>. Todo tipo de medidas adoptadas por las partes, deben ser expuestas y sus resultados en un periodo de cuatro a cinco años luego de que el Convenio de Minamata inicie a cumplirse.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>178</sup>, dice que el mercurio puede ser importado o exportado únicamente para realizar un almacenamiento provisional ambientalmente racional, para esto los países se apoyarán para crear una mayor capacidad de almacenamiento de mercurio y estrategias para su transporte.

Respecto a los desechos de mercurio, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>179</sup>, cuenta que se toman como desechos de mercurio sustancias u objetos que constan de mercurio o compuestos de mercurio, que contienen mercurio compuestos de mercurio o que estén contaminados con mercurio o compuestos de mercurio, los cuales se deben eliminar adecuadamente dependiendo de si se realizará por medio de una disposición final adecuada o por medio de un tratamiento adecuado.

Respecto a los sitios contaminados por mercurio, estos deben ser identificados y así adoptar medidas, “Toda medida adoptada para reducir los riesgos que generan esos sitios se llevará a cabo de manera ambientalmente racional incorporando, cuando proceda, una evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados del mercurio o de los compuestos de mercurio que contengan”<sup>180</sup>.

“A las naciones en vías de desarrollo también les preocupaba garantizar un financiamiento internacional suficiente para implementar el convenio de manera eficaz. Después de mucha discusión, el convenio definitivo designa al Fondo Fiduciario del Fondo para el Medio Ambiente Mundial como el mecanismo de

---

<sup>177</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>178</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

<sup>179</sup> PNUMA. Op. cit., p. 25.

<sup>180</sup> PNUMA. Op. cit., p. 26.

financiación, pero aún queda por determinarse cuánto aportarán a dicho fondo los países donantes o bien, por ende, cuánto recibirán los países destinatarios”<sup>181</sup>.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>182</sup>, los países deben cooperar entre sí para crear una mayor capacidad de almacenamiento y control de este metal pesado, así mismo se busca al mismo apoyo para asistencia técnica y desarrollo y transferencia de tecnologías para cumplir los objetivos del convenio.

“Los países en desarrollo dirigieron las negociaciones hacia otros dos asuntos polémicos. Uno era la inclusión de un artículo dedicado a cuestiones de salud. Los países desarrollados se opusieron a incluirlo, en gran medida porque les preocupa que pueda abrir la puerta para que se incluyan en el convenio programas costosos de salud pública”<sup>183</sup>.

Cuenta el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>184</sup>, que los países firmantes y demás partes interesadas facilitarán el intercambio de información para así ayudar a todas las partes a tener más información y así lograr mejores estrategias y métodos por medio de los cuales se logre el objetivo del convenio.

Como todo programa incluyente a implementar busca la participación de la sociedad, es por eso que es necesario concientizar e informar a las personas para que ayuden a cumplir el objetivo del convenio, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>185</sup>, se debe informar sobre los efectos del mercurio y sus compuestos sobre la salud humana y el medio ambiente, alternativas al uso de este metal pesado, los resultados de investigaciones y del avance del convenio, y las actividades a implementar para lograr el objetivo del convenio.

---

<sup>181</sup> KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata sobre el Mercurio En: Salud pública de México. 2014. Vol. 56 Issue 1, p85-92. 8p. 5 Black and White Photographs.

<sup>182</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

<sup>183</sup> KESSLER. Op. cit., p. 90.

<sup>184</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>185</sup> Ibid., p. 30.



Respecto a temas de investigación y desarrollo, cuenta el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>186</sup>, que se deben realizar inventarios de uso, consumo, emisiones y liberaciones de mercurio y sus compuestos, revisiones frecuentes de los niveles de mercurio en suelo, agua, aire y los seres vivos, evaluaciones de los efectos ambientales, sociales, y económicos que está dejando el uso de este metal pesado, planes de transporte, almacenamiento y disposición final, y dependiendo de la situación de cada parte esforzarse en buscar alternativas técnica y económicamente viables para sustituirlo y controlar la contaminación que genera.

Como en todo tipo de instrumentos internacionales es prudente informar de la eficacia a medida que pasa el tiempo, y corroborar los avances con otros países, esto luego de que el convenio entre en vigencia, a pesar de que una gran cantidad de naciones ya ha firmado el convenio, no todas lo han ratificado, un proceso que sentenciará la entrada en vigor del convenio.

“El presente Convenio estará sujeto a la ratificación, la aceptación o la aprobación de los Estados y las organizaciones de integración económica regional. El Convenio estará abierto a la adhesión de los Estados y de las organizaciones de integración económica regional a partir del día siguiente a la fecha en que expire el plazo para la firma del Convenio. Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión se depositarán en poder del Depositario”<sup>187</sup>.

Luego de que se haya presentado un número determinado de ratificaciones por parte de los países firmantes, iniciará a correr el plazo para que el convenio entre en vigor. “El presente Convenio entrará en vigor el nonagésimo día contado a partir de la fecha en que haya sido depositado el quincuagésimo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión”<sup>188</sup>.

### **6.3. COMPROMISOS ADQUIRIDOS POR COLOMBIA**

Colombia actualmente cuenta con la firma para el Convenio de Minamata, pero todavía no se ha realizado la ratificación del convenio en el país, así que para Colombia el Convenio de Minamata puede entrar en vigor al mismo tiempo que para otras 49 naciones que lo ratifiquen primero, en el caso que Colombia no se encuentre entre estas 50 naciones, el convenio entraría en vigor en un periodo diferente.

---

<sup>186</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

<sup>187</sup> Ibid., p. 43.

<sup>188</sup> Ibid., p. 44.

Respecto de cada Estado u organización de integración económica regional que ratifique, acepte o apruebe el presente Convenio o que se adhiera a él después de haber sido depositado el quincuagésimo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, el Convenio entrará en vigor el nonagésimo día contado a partir de la fecha en que dicho Estado u organización de integración económica regional haya depositado su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión<sup>189</sup>.

Las plantas de cloro-álcali que usan celdas de mercurio, de vital importancia para el convenio por la creación de la enfermedad de Minamata, son uno de los grandes problemas a resolver en el Convenio de Minamata, las plantas de la empresa Álcalis de Colombia en Cajicá y Cartagena ya fueron cerradas, como se ve en el Mapa 1, Colombia en el año 2014 se encontraba en el listado de países con presencia de plantas de este tipo pero con el tiempo se implementó tecnología de membrana para evitar la utilización de celdas de mercurio en Colombia.

**Mapa 1: Plantas de Cloro-Álcali con Celdas de Mercurio en América Latina y el Caribe 2013**



**Fuente:** CENTRO COORDINADOR  
CONVENIO BASILEA CENTRO

<sup>189</sup> PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO  
PARA AMÉRICA LATÍNA Y EL CARIBE;  
PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre  
el Mercurio y su Implementación en la  
Región de América Latina y el Caribe.  
Uruguay. 2014.

Como se ve en el Mapa 1, en el año 2014 eran 7 los países que tenían plantas activas de cloro alcali, los primeros pasos son la eliminación de estas plantas, desmantelar las mismas de manera adecuada y de acuerdo a la gestión ambiental e imponer leyes para el cambio de tecnología, evitando así el uso de celdas de mercurio y cambiando a tecnologías de membrana como se ha hecho en Colombia, en la actualidad algunos países todavía tienen plantas de este tipo que trabajan con celdas de mercurio, un punto a cambiar con la implementación del convenio.

El tema de la minería ilegal (ASM) es otro aspecto a controlar, “La extracción de oro artesanal y en pequeña escala se practica en al menos una docena de países de la región, principalmente en países andino-amazónicos y en la cuenca del Amazonas, pero también en América Central, con la participación de al menos 500.000 mineros artesanales”<sup>190</sup>.

Con este problema también se debe controlar la explotación de mercurio ya que Colombia es uno de los países que más mercurio produce, en el caso de Colombia “no hay explotación primaria formal en la región. Se trata de una extracción secundaria, pues el mercurio suele estar mezclado con otros minerales, o de reciclaje del metal ya extraído y utilizado con otros fines. Los mayores productores son México, Argentina y Colombia, mientras que los principales consumidores e importadores legales son Perú, Colombia y Panamá”<sup>191</sup>. En el Anexo D se muestra la ubicación de Colombia respecto al factor de importación de mercurio.

Al verse Colombia en el punto en el que es uno de los mayores productores de oro, uno de los países que más sufren por la minería ilegal e informal, y uno de los países que más importa mercurio, Colombia por medio de la firma del Convenio de Minamata se compromete a controlar la importación y exportación de este metal pesado así como controlar las fuentes de extracción artesanal de oro y lograr con esto cumplir con los lineamientos del Convenio de Minamata.

En el Mapa 2 se muestra el mapa mundial de liberación de mercurio al medio ambiente, en dónde la escala manejada se encuentra en toneladas de mercurio al

---

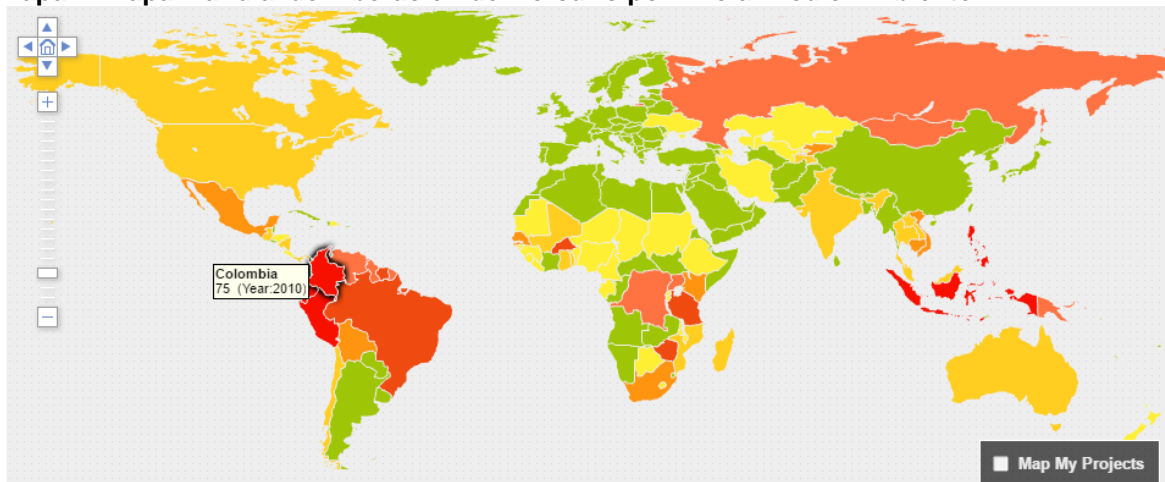
<sup>190</sup> CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATÍNA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.

<sup>191</sup> GODOY, Emilio. El mercurio sigue suelto en América Latina [sitio web] [consultado en 7, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.boletinecologico.org/el-mercurio-sigue-suelto-en-america-latina/>

año, en este mapa Mercury Watch<sup>192</sup>, muestra que por encima de las 75 toneladas de mercurio al año liberadas al medio ambiente por Colombia solo se encuentra Indonesia con una cifra alarmante de 175 toneladas de mercurio al año liberadas al medio ambiente.

Aunque se encuentran varios países como China, Arabia Saudita, Zambia, entre otros, sin datos estimados hechos, Colombia en este mapa se demuestra con cifras alarmantes ya que se encuentra en lo más alto de la escala utilizada para medir las toneladas de mercurio liberadas anualmente al medio ambiente.

**Mapa 2: Mapa Mundial de Liberación de Mercurio por Año al Medio Ambiente**



**Fuente:** MERCURY WATCH. [En Línea] < <http://www.mercurywatch.org/>> [Citado en 07 de febrero de 2017].

En el Mapa 2 se muestra que Colombia no solamente es el país con mayor liberación de mercurio al medio ambiente por año en la región, sino que supera a los Estados Unidos, Brasil y México considerablemente, en otras partes del mundo, se muestra que también supera por una gran cantidad a Rusia, y considerando que son países tan grandes.

Colombia al firmar el Convenio de Minamata se compromete también a asegurar la cooperación con las otras naciones firmantes para cumplir el objetivo del Convenio y además de identificar, hacer un estricto control sobre las fuentes de contaminación por mercurio directas como plantas de cloro-álcali o minería informal, e indirectas como productos con mercurio añadido, y tomando las medidas necesarias, tanto políticas, ambientales, económicas y sociales, lograr un buen conjunto de estrategias y un buen plan que tengan el objetivo de cumplir con el convenio de Minamata.

<sup>192</sup> MERCURY WATCH. [sitio web] [consultado en 7, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.mercurywatch.org/>

Con la firma del Convenio de Minamata se encuentran un grupo de desafíos para Colombia y la región, los cuales se deben cumplir y así lograr con mayor facilidad y participación el cumplimiento del objetivo del mismo, al igual que obtener mejores resultados en el tiempo estipulado para que entre en vigor el convenio.

El Convenio de Minamata constituye una herramienta fundamental para la protección global de la salud humana y el medio ambiente ante la contaminación por el mercurio. Con este objetivo, y para facilitar su implementación en la región, los países de América Latina y el Caribe deben tomar acciones adicionales para atender las siguientes necesidades:

- Promover el fortalecimiento institucional, técnico y legal con el fin de gestionar adecuadamente el mercurio en todo su ciclo de vida, desde su generación y uso, hasta la disposición final de los desechos.
- Disponer de o mejorar los diagnósticos e inventarios sobre uso y comercio de mercurio, emisiones y liberaciones, sitios contaminados, desechos, etc.
- Reducir, y en la medida de lo posible eliminar, el uso de mercurio en la minería de oro artesanal y en pequeña escala, ya que gran parte de las emisiones de mercurio (70%) en la región proceden de este sector.
- Promover la eliminación del uso de mercurio en productos y procesos, y regular la identificación y contenido de mercurio en productos.
- Facilitar la prevención, minimización y gestión adecuada de los desechos con mercurio.
- Fomentar e implementar el uso de las mejores técnicas disponibles (MTD) y las mejores prácticas ambientales (MPA) para prevenir y minimizar las emisiones y liberaciones no intencionales de mercurio al medio ambiente.
- Adoptar medidas de protección para prevenir y minimizar o eliminar la exposición de mercurio a trabajadores y poblaciones vulnerables.

- Sensibilizar e informar a la población sobre la problemática del mercurio, exposición, uso, producción, comercio, liberación y disposición final<sup>193</sup>.

---

<sup>193</sup> CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATÍNA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.

## 7. LA GESTIÓN AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA CUMPLIR CON EL CONVENIO DE MINAMATA

La gestión ambiental, siendo el conjunto de actividades, políticas y esfuerzos por un bien ambiental se muestra como la principal herramienta para poner en vigor en Colombia y en el resto de países firmantes el Convenio de Minamata, trabajando esta herramienta junto con los compromisos y retos adquiridos en la Agenda 21 y teniendo en cuenta como base al desarrollo sostenible, se ven inicios de cambio y mejoramiento en temas de contaminación por mercurio que deben llevar a cabo con toda la población y con países firmantes del Convenio de Minamata que facilitarán la colaboración internacional en estos temas.

Los cambios en las políticas internas del país son un ejemplo de la efectividad como herramienta de la gestión ambiental siempre que vayan encaminadas a buscar el desarrollo sostenible y una mejor calidad ambiental, y con esta un mejor entorno social sin olvidar los beneficios económicos, en el campo del control del mercurio ya se han realizado algunos avances. “Algunos países ya han avanzado en la regulación del mercurio. Por ejemplo, la nueva legislación nacional asociada al uso del mercurio en Colombia (Ley 1658/2013), establece disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país y fija requisitos e incentivos para su reducción y eliminación”<sup>194</sup>.

“Por su parte, desde el mes de enero 2013 se viene ejecutando el Plan Cero Mercurio de Ecuador, que tiene como finalidad la reducción gradual del uso de mercurio utilizado en una amplia gama de productos y procesos, así como las emisiones, liberaciones y generación de desechos”<sup>195</sup>.

La gestión ambiental ha sido fundamental para lograr el Convenio de Minamata, por medio de estudios sobre el mercurio y sus efectos en el medio ambiente y en la salud humana, ha logrado convencer y mostrar a una gran cantidad de países, organizaciones no gubernamentales y otras partes interesadas, el camino para un futuro en donde el mercurio ya no se utilice ni contamine el planeta y a los seres vivos que viven en él.

El cambio de tecnologías a unas que sean más amigables con el medio ambiente y que no utilicen materiales o sustancias tóxicas es un avance en gestión ambiental en la industria, con este tipo de tecnologías se garantizan productos con baja o nula contaminación por contacto con el equipo, y así mismo emisiones, vertimientos y disposiciones menos dañinos para el medio ambiente y la salud de los seres vivos.

---

<sup>194</sup> CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATÍNA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.

<sup>195</sup> Ibid., p. 28.

Uno de los factores del desarrollo sostenible es el factor social, la gestión ambiental al entender que los tres factores (Económico, social y ambiental) se encuentran conectados, propone la concientización y la sensibilización de la población en general, más que para hacerlos parte del cumplimiento del convenio, para su cuidado y desarrollo sano, en el caso del mercurio, dejar de contaminar con mercurio y que la gente deje de utilizar productos con mercurio añadido, garantizará una mejor calidad de vida para ellos y el medio ambiente en general.

### **7.1. PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL APLICADOS AL CONVENIO DE MINAMATA**

“La gestión ambiental plantea la posibilidad de reorientar la economía hacia un desarrollo sustentable, fundado en prácticas de manejo múltiple e integrado de los recursos naturales, adaptadas a las particulares condiciones ecológicas de cada región, y a los valores culturales de las comunidades”<sup>196</sup>.

La gestión ambiental y los sistemas de gestión ambiental se basan en los puntos de vista del desarrollo sostenible, el punto de vista ambiental, el social y el económico, y en cinco principios básicos que contribuyen entre sí para lograr una buena gestión ambiental y obtener resultados así como una mejora continua, los cinco principios básicos son según Zambrano<sup>197</sup>, compromiso de la dirección superior, planificación, implementación y operación, medición y evaluación, y la revisión y el actuar. Aunque existen en total 12 principios para la gestión ambiental, los básicos para cualquier sistema de gestión ambiental son los cinco ya mencionados.

“Los Principios Generales son recogidos y definidos a partir del consenso político, científico y técnico de la comunidad internacional logrado en diferentes escenarios, como son entre otros, la Conferencia de Río de Janeiro en 1992, el V Programa de Medio Ambiente de la Unión Europea el Reglamento No. 1836/93 de la Unión Europea, las Normas ISO serie 14000 sobre Gestión Ambiental, etc”<sup>198</sup>.

---

<sup>196</sup> LEFF, Enrique. CULTURA DEMOCRÁTICA, GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA. *En*: Ecología Política. 1993. No. 4. p. 47 – p. 55.

<sup>197</sup> ZAMBRANO, Fabián. Principios del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). 2015.

<sup>198</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.



Según Vega<sup>199</sup>, La Armonización Política es el principio general que se refiere a armonizar la política ambiental y garantizar la gestión ambiental responsable en todos sus niveles. Este principio general se encuentra en el principio básico del compromiso de la dirección superior, el cambio en políticas y el compromiso que se genera el firmar un convenio como el de Minamata, demuestran que la gestión ambiental ha tenido una gran importancia en el cambio de políticas y en los compromisos mostrados por parte del gobierno del país.

Cuenta Vega<sup>200</sup>, que el segundo principio de la gestión ambiental es el Ordenamiento Ambiental Territorial, este se incluye en el principio básico de la planificación, este se orienta a la reglamentación óptima de los usos del territorio nacional, regional y municipal. En Colombia este principio se ha llevado a cabo por muchos años desde que en el año 2000 que el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, realizó planes de control de suelos, un ejemplo de estos es el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PFND).

El PNDF comprende tres programas estratégicos:

- 1. Ordenación, conservación y restauración de ecosistemas forestales, que tiene por objeto consolidar las funciones productoras, protectoras, ecológicas y sociales de los bosques y tierras forestales, bajo los principios del desarrollo sostenible.
- 2. Fomento a las cadenas forestales productivas, que tiene por objeto incrementar la oferta de materia prima en núcleos forestales productivos, el desarrollo industrial y el comercio de productos forestales.
- 3. Desarrollo institucional del Sector Forestal, que tiene por objeto la administración del recurso, el acompañamiento al desarrollo de plantaciones (cultivos forestales), y la articulación y armonización de las diferentes visiones sectoriales del desarrollo forestal<sup>201</sup>.

Aunque en Colombia se ha intentado lograr tener un ordenamiento ambiental territorial adecuado, no se ha logrado debido a factores sociales y económicos, la guerra interna en el país ha hecho que la dirigencia del país pierda soberanía en algunos territorios lo cual complica este principio, los intereses cruzados y la falta de compromiso tanto del gobierno como de la población han hecho que esta parte de la planificación sea incluso ignorada.

---

<sup>199</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

<sup>200</sup> Ibid., p. 128.

<sup>201</sup> SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA. Gestión Ambiental en los Países de la Comunidad Andina. No. 9. 2012. ISSN 1999-236.

Con la llegada del Convenio de Minamata a Colombia, se requiere la planeación general de todo el país respecto a sus suelos y actividades realizadas en estos, que incluya a todo el territorio nacional y a sus habitantes, con este principio de planificación se puede iniciar el control sobre la minería ilegal e informal, dando a conocer así si en este territorio se puede explotar oro y así regular y controlar esta industria.

Según Vega<sup>202</sup>, el Enfoque Sistémico Certificable es un principio general que permite la planificación, ejecución y control necesarios para mantener en funcionamiento los objetivos ambientales y responder eficazmente a la presión social, reglamentaria, financiera y competitiva. Con la firma del Convenio de Minamata, se debe tener un plan para proceder a cumplir el mismo, lo cual es independiente para cada país, la gestión ambiental realizada en Colombia y en todos los países firmantes del convenio, establecerá un estándar de avances en la regulación y control del uso de mercurio y la contaminación por este metal pesado, así que el plan que propone cada país debe ir de acuerdo al plan que realicen otros países y así satisfacer la cooperación internacional de la cual se habla en el convenio.

Uno de los principios generales con los que se ha dado inicio a la gestión ambiental con el fin de cumplir con el Convenio de Minamata es la Integración Normativa y Reglamentaria, cuenta Vega<sup>203</sup>, que consiste en realizar normas jurídicas redimiéndolas a normas o guías de carácter técnico, bajo la condición de que estas últimas sean hechas a partir de requisitos mínimos básicos de protección de la seguridad, la sanidad y del medio ambiente.

Este principio de la gestión ambiental se presentó como uno de los primeros en ser puestos en marcha en Colombia luego de la firma del Convenio de Minamata, se creó la Ley No. 1658 del 15 de julio de 2013, una ley enfocada en el mercurio y su regulación para así con esta dar inicio al plan de control y regulación de mercurio en el territorio nacional, el objetivo final de esta ley es:

“A efectos de proteger y salvaguardar la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, reglántese en todo el territorio nacional el uso, importación, producción, comercialización, manejo, transporte, almacenamiento, disposición final y liberación al ambiente del mercurio en las actividades industriales, cualquiera que ellas sean”<sup>204</sup>.

---

<sup>202</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

<sup>203</sup> Ibid., p. 52.

<sup>204</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL. LEY No. 1658 15 JUL 2013. "POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y EL USO DE MERCURIO EN LAS DIFERENTES

Esta ley también contiene explícitamente la iniciativa de crear una política nacional que abarque todos los puntos tratados en acuerdos y convenios internacionales como el de Minamata que se enfoquen en el mercurio, lo cual se muestra a continuación, dando así un ejemplo de que este principio de la gestión ambiental es fundamental en la planificación para así de manera legal y consistente lograr el principio básico de implementación y operación.

Se adoptará una política nacional en materia de salud, seguridad y medio ambiente para la reducción y eliminación del uso del mercurio en las diferentes actividades industriales del país donde se utilice dicha sustancia; para lo cual se podrán suscribir convenios, desarrollar programas y ejecutar proyectos de cooperación internacional con el fin de aprovechar la experiencia, la asesoría, la capacitación, la tecnología y los recursos humanos, financieros y técnicos de dichos organismos, para promover la reducción y eliminación del uso del mercurio<sup>205</sup>.

Cuenta Vega<sup>206</sup>, que el Sometimiento al Control Público es un principio que busca que la actuación ambiental sea realmente eficaz, en el caso de empresas se les obliga desde las leyes a obtener certificaciones de conformidad ambiental, con el fin de demostrar su apoyo y compromiso con el medio ambiente y la gestión ambiental realizada.

El Convenio de Minamata, al ser un instrumento internacional incluyente, tiene en cuenta a las empresas e industrias que trabajan con mercurio o lo desechan para ser parte de la contaminación ambiental por este metal pesado presentada en el mundo, dentro de las políticas de Colombia se debe promover la cooperación de las empresas e industrias para lograr cumplir con el convenio de Minamata.

En el principio básico de la planificación también se tiene en cuenta la precaución, "Consiste en prever los efectos y consecuencias antes que se produzcan, a fin de evitar correcciones. La necesidad de acciones preventivas se hace patente por el hecho de que los costos de prevención, por ejemplo de la contaminación, son

---

ACTIVIDADES INDUSTRIALES DEL PAÍS, SE FIJAN REQUISITOS E INCENTIVOS PARA SU REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES". 2013.

<sup>205</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL. LEY No. 1658 15 JUL 2013. "POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y EL USO DE MERCURIO EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES INDUSTRIALES DEL PAÍS, SE FIJAN REQUISITOS E INCENTIVOS PARA SU REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES". 2013.

<sup>206</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

menores que los costos de corrección de daño sufrido, sin contar con que en múltiples ocasiones los daños son irreversibles”<sup>207</sup>.

Una manera de incentivar la prevención es por medio del principio de Quien contamina paga, dice Vega<sup>208</sup>, que es la consecuencia del daño ambiental, se cobran los costos de perjuicio y deterioro y los gastos de prevención y control requeridas para asegurar que la calidad del medio ambiente sea aceptable, aunque no se compra el derecho a contaminar, muchas empresas ven este principio como una manera de evitar invertir en el cuidado del medio ambiente. La falta de medidas estrictas en este ámbito en Colombia ha llevado a que algunas empresas no se comprometan con el medio ambiente y sigan contaminando, en el caso del mercurio, para cumplir con el convenio de Minamata, el gobierno nacional deberá incrementar los costos por contaminación haciendo que se vea más rentable para la empresas invertir en la prevención.

Otro principio básico de la gestión ambiental es el control integrado de la contaminación, “Implica considerar los residuos líquidos, sólidos y gaseosos del proceso en el contexto de su efecto ambiental potencial agregado. Se basará en la “mejor opción ambiental posible” la cual es el resultado de un procedimiento sistemático de consultas y de toma de decisiones, que enfatiza la protección y conservación del medio ambiente tanto en la tierra como en el aire y el agua”<sup>209</sup>.

Se busca con la gestión ambiental la Amplia Participación Comunitaria, según Vega<sup>210</sup>, este es un factor fundamental ya que teniendo en cuenta que la mayor parte del territorio forma parte del dominio público es necesario que la comunidad disponga instrumentos suficientes para dar una buena formación, educación y concientización y así hacer parte a la población del sistema de gestión ambiental.

La colaboración por parte de las empresas es otro factor clave en un sistema de gestión ambiental, dice Vega<sup>211</sup>, que el principio de la Autogestión Ambiental Empresarial Antes que Control Público consiste en potenciar las iniciativas empresariales de auto gestionarse ambientalmente por medio de la implementación de sistemas de gestión ambiental, auto declaraciones de conformidad ambiental al cumplimiento de normas técnicas y jurídicas, la obtención de certificaciones

---

<sup>207</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

<sup>208</sup> Ibid., p. 53.

<sup>209</sup> Ibid., p. 53.

<sup>210</sup> Ibid., p. 54.

<sup>211</sup> Ibid., p. 54.

ambientales, la fijación de estándares empresariales, la supervisión y la implementación de metas para la reducción de la contaminación.

Teniendo en cuenta el principio básico de actuar luego de verificar, se tiene en cuenta el principio general de la Medición y la Sistematización Total, "Consistirá en propender por que los procesos realizados a todo nivel funcional, jurisdiccional y sectorial sean debidamente medidos y sistematizados mediante formatos de datos e indicadores apropiados, homogéneos y en lo posible normalizados, que permitan su manejo informático y por ende una amplia utilización de la información por toda la sociedad"<sup>212</sup>.

La Ley 1658 del 15 de Julio de 2013 muestra en varios de sus artículos parte del ciclo de mejora continua que tiene en cuenta los principios básicos de la gestión ambiental, el cambio de leyes, normativas, la unión a un convenio internacional como el de Minamata, son parte del planear de esta mejora continua buscada en Colombia. En la implementación y operación se tienen en cuenta los cambios planteados desde el plan realizado con el fin de obtener nuevos datos respecto a la contaminación por mercurio, las empresas y procesos que utilizan este metal pesado buscando así regular el uso y transporte del mismo.

"Los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Minas y Energía; Salud y Protección Social y Trabajo, establecerán las medidas regulatorias necesarias que permitan reducir y eliminar de manera segura y sostenible, el uso del mercurio en las diferentes actividades industriales del país. Erradíquese el uso del mercurio en todo el territorio nacional, en todos los procesos industriales y productivos en un plazo no mayor a diez (10) años y para la minería en un plazo máximo de cinco (5) años. El Gobierno Nacional dispondrá de todos los instrumentos tecnológicos y las respectivas decisiones con los entes y organizaciones responsables del ambiente y el desarrollo sostenible."<sup>213</sup>

Este Artículo de la Ley 1658 del 15 de Julio de 2013 está pensado para dar cumplimiento al marco temporal pensado para el Convenio de Minamata, a pesar de no haberse ratificado aun este convenio en Colombia, desde poco tiempo luego de la firma del convenio, el gobierno ha mostrado interés en cumplir con el mismo y conseguir que Colombia sea reconocido como uno de los países que se está

---

<sup>212</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

<sup>213</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL. LEY No. 1658 15 JUL 2013. "POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y EL USO DE MERCURIO EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES INDUSTRIALES DEL PAÍS, SE FIJAN REQUISITOS E INCENTIVOS PARA SU REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES". 2013.

esforzando por cumplir el objetivo común del convenio y de los países firmantes del mismo.

Para lograr objetivos ambientales de acuerdo a la gestión ambiental se debe actuar de acuerdo al desarrollo sostenible, “No sólo tiene un significado económico o de crecimiento material, sino que también persigue la realización plena del ser humano. Para avanzar hacia ese estado se necesita que el ambiente esté sano, ya que es el lugar donde la población crece y obtiene sus recursos. Como éste proporciona el escenario y los elementos para alcanzar estadios superiores, se le debe proteger de cualquier amenaza con el fin de no poner en peligro las potenciales fuentes de desarrollo”<sup>214</sup>.

El desarrollo sostenible debe ser parte de la gestión ambiental para obtener un sistema de gestión ambiental completo que funcione bien, en Colombia al firmar el Convenio de Minamata se debe tener en cuenta cómo afectan los cambios realizados a los medios económico, social y ambiental, para así lograr un equilibrio de partes y un desarrollo beneficioso para el país y sus habitantes, por esto no se debe solo buscar implementar los lineamientos del convenio, sino buscar a partir de estos una mejora continua.

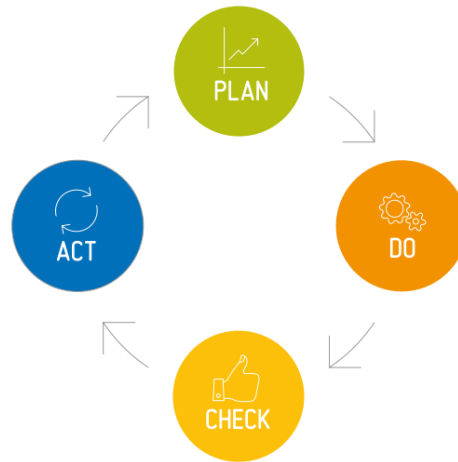
La Mejora Continua según Vega<sup>215</sup>, es un pilar básico de la gestión ambiental, la perseverancia en lo hecho, con nuevas alternativas y métodos, todo evaluando los avances logrados, dará una mejora constante de acuerdo a la política ambiental preestablecida y así poder minimizar e incluso eliminar los vertimientos, emisiones y disposiciones contaminantes, como es el caso el mercurio que en sus forma pura, como compuesto o parte de algún producto afectan la salud humana y al medio ambiente en general, esta se muestra en el Gráfico 7.

---

<sup>214</sup> ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Actualización 2007. No. C056. 001. BID/CED, 2002.

<sup>215</sup> VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

**Gráfico 7: Funcionamiento de los Principios Básicos de la Gestión Ambiental Para Lograr la Mejora Continua**



**Fuente:** ISOTOOLS EXCELLENCE. ISO 14001:2015. Cambios y Novedades. 2015.

Para lograr la mejora continua debe existir un compromiso real de la alta dirigencia, y una sincronización entre los otros cuatro principios básicos (Planificación, Implementación y Operación, Medición y Evaluación, y Revisión y el Actuar), estos deben funcionar desde la planificación que parte de datos reales tomados, de este se implementa y opera el plan y lo estipulado en el primer principio, luego de esto se realiza la medición y evaluación, una verificación para conocer el estado de avance del plan puesto en marcha, con los datos tomados se realiza una revisión y se actúa con el fin de tener una mejora continua, al actuar con respecto a estos datos tomados en la medición y evaluación, se formula una nueva fase de planificación y así corregir errores, luego el plan se podrá en marcha y así sucesivamente para lograr una mejora continua.

La puesta en práctica de los principios de una gestión ambiental participativa, requieren el apoyo de las más altas esferas del orden institucionalizado y un amplio consenso social. Sin embargo, su instrumentación depende de la reorientación y apoyo a programas de educación básica, investigación científica y desarrollo tecnológico que generen los conocimientos y la capacidad humana necesarios para un desarrollo sustentable, enfrentando los intereses disciplinarios que obstaculizan la transformación interdisciplinaria del saber teórico y práctico<sup>216</sup>.

---

<sup>216</sup> LEFF, Enrique. Ambiente y Articulación de Ciencias En: Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo, Citado por LEFF, Enrique. CULTURA DEMOCRÁTICA, GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA. En: Ecología Política. 1993. No. 4. p. 47 – p. 55.

## 7.2. EL DESARROLLO SOSTENIBLE APLICADO AL CONVENIO DE MINAMATA

Tomando en cuenta que la gestión ambiental aplicada a este tipo de instrumentos internacionales trabaja de la mano del desarrollo sostenible, se deben tener en cuenta los puntos de vista del desarrollo sostenible para así lograr mejores resultados y mayor conformidad en los ámbitos ambiental, social y económico. “Si entendemos la sostenibilidad como una meta que persigue nuestra especie para mantener de forma armónica la sociedad humana sobre el planeta, tomaremos esta idea como un horizonte que nos sirve para organizarnos no sólo en el corto y medio plazo, sino también a largo plazo, buscando salvaguardar y preparar una buena calidad de vida para las generaciones futuras”<sup>217</sup>.

Una antigua definición de desarrollo sostenible lo vincula a la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para alcanzar sus propias metas. Visiones más recientes lo vinculan con un proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección ambiental. La base fundamental es no sobrepasar la capacidad de recuperación ni de absorción de desechos por parte del ambiente<sup>218</sup>.

Teniendo en cuenta que se toma a la sostenibilidad como un ideal u horizonte, al desarrollo sostenible se le puede ver como el camino hacia ese horizonte, “es el proceso que, inspirado por un nuevo paradigma, nos orienta sobre los cambios que hemos de practicar en nuestros valores, formas de gestión, criterios económicos, ecológicos y sociales, para mitigar la situación de cambio global en que nos encontramos y adoptar un recorrido más acorde con las posibilidades de la naturaleza que nos acoge. Sería, por tanto, «una forma de viajar» hacia la sostenibilidad”<sup>219</sup>.

Aunque se tienen a confundir los términos de sostenibilidad y sustentabilidad, son términos diferentes, según Lozano<sup>220</sup>, el término sustentable hace referencia a la posibilidad, condición o característica de un hecho que tenga un soporte para asegurar su permanencia en el tiempo, y sostenible se entiende como el proceso o

---

<sup>217</sup> NOVO, María. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible En: Revista de Educación, número extraordinario. 2009. p. 195 – p. 217.

<sup>218</sup> ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Actualización 2007. No. C056. 001. BID/CED, 2002.

<sup>219</sup> NOVO. Op. cit., p. 199.

<sup>220</sup> LOZANO, Rolando. Fundamentos del desarrollo sostenible En: Revista VIRTUALPRO. Procesos Industriales, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible. No. 52. 2006. ISSN 1900-6241.



hecho que una vez ocurrido se puede mantener activo o en operación eficientemente.

Vincular el desarrollo sostenible en el Convenio de Minamata es no solo beneficioso para los objetivos del convenio, sino también para avanzar en materia de agendas y compromisos internacionales de países en los que no se ha trabajado satisfactoriamente en el desarrollo sostenible, cuenta Álvarez<sup>221</sup>, que a pesar de que en países en desarrollo como los latinoamericanos se han dado mejoras en aspectos socio-económicos, todavía se presentan niveles profundos de desigualdad tanto en aspectos económicos como sociales y ambientales, por lo tanto se debe lograr un verdadero avance por medio de instrumentos incluyentes para mejorar las condiciones sociales, y ambientales de las regiones y con esto también mejorar los aspectos económicos de la población.

Particularmente América Latina, constituye una región donde es muy necesario el impulso del proceso de desarrollo sostenible, debido fundamentalmente a sus altos niveles de pobreza y a la fuerte dependencia de los recursos naturales existentes. Pero, ¿qué tipos de desarrollo son sostenibles? En último término y en una concepción muy rígida, muchos de los promotores tendrían problemas para identificar una actividad económica, basada en la explotación de recursos naturales, por ejemplo, que realmente protegiera o mejorara el recurso básico natural. Este es el caso de la explotación de recursos minerales, pero también es válido para los recursos naturales vivos<sup>222</sup>.

“Los modelos basados en el crecimiento económico y progreso tecnológico tienen como meta aumentar la capacidad productiva, pero no han dado la importancia debida a la dimensión ambiental en la planeación del desarrollo. Esto ha provocado una explotación exagerada de los recursos naturales y una distribución desigual de los beneficios entre la población, tanto al interior de cada país como entre las naciones del mundo”<sup>223</sup>.

Al ser el Convenio de Minamata como un instrumento internacional vinculante, necesita incluir en sus compromisos no solo a los gobernantes de los países firmantes sino a toda la población para que con el cuidado, regulación y control del mercurio destinado a proteger el medio ambiente, se cuide la salud humana de los efectos tóxicos que se presentan al exponerse al mercurio y con esto mejorar la

---

<sup>221</sup> ÁLVAREZ, Ana. Retos de América Latina: Agenda para el Desarrollo Sostenible y Negociaciones del Siglo XXI En: Revista Problemas del Desarrollo, 186(47). 2016.

<sup>222</sup> ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Actualización 2007. No. C056. 001. BID/CED, 2002.

<sup>223</sup> LOZANO, Rolando. Fundamentos del desarrollo sostenible En: Revista VIRTUALPRO. Procesos Industriales, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible. No. 52. 2006. ISSN 1900-6241.

calidad de vida de las poblaciones que se ven afectadas por la contaminación con este metal pesado, al tener en cuenta estos dos puntos de vista, social y ambiental, el aspecto económico viene incluido dentro de leyes como la Ley 1658 de 2013 con beneficios económicos para las empresas que dejen de utilizar y descargar mercurio e inviertan en otras tecnologías y métodos de producción, así como para aquellos que cambien sus métodos extractivos de oro a los estipulados por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Según la República de Colombia – Gobierno Nacional<sup>224</sup>, los beneficios económicos propuestos en la ley 1658 de 2013 buscan reducir y eliminar el uso de mercurio en el beneficio del mineral de oro, y para las plantas de beneficio y extracción de oro informales, buscar un desarrollo social y un aumento en la productividad, seguridad e higiene, estos beneficios económicos son créditos blandos por 5 años para la eliminación y reducción del uso de mercurio, cambio de tecnologías y la reubicación de las plantas a zonas compatibles con el plan de ordenamiento territorial, y apoyo financiero de hasta el 30% de los recursos existentes del Ministerio de Minas y Energía, capital que será dispuesto en el Presupuesto General de la Nación.

Los beneficios económicos no solo están presentes para la eliminación y reducción del uso de mercurio, sino también para la formalización minera, cuenta la República de Colombia – Gobierno Nacional<sup>225</sup>, que se incluyen en la ley 1658 de 2013 incentivos económicos para la formalización minera, obtendrán subcontratos para continuar su explotación por un periodo no menor a 4 años, los cuales serán reglamentados respecto a condiciones, requisitos y ejecución por el Gobierno Nacional de Colombia, para aquellos titulares mineros de oro que posean capacidad instalada para procesar hasta 20 toneladas al día y que presenten planes de reducción de mercurio, tendrán prioridad para entrar a la oferta institucional del Ministerio de Minas y Energía.

Analizando el objetivo del Convenio de Minamata, se puede ver que las empresas que utilicen mercurio, desde el momento que el convenio tenga vigencia en Colombia y en cada uno de los países firmantes, estas empresas se verán obsoletas debido a que las multas pueden ser muy costosas por utilizarlo y transportarlo, si se intentan exportar estos productos, el gran número de países firmantes del convenio no aceptará la entrada de este tipo de productos a su país, y por su parte su mercado se reducirá cada vez más.

---

<sup>224</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL. LEY No. 1658 15 JUL 2013. "POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y EL USO DE MERCURIO EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES INDUSTRIALES DEL PAÍS, SE FIJAN REQUISITOS E INCENTIVOS PARA SU REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES". 2013.

<sup>225</sup> Ibid., p. 4.

Al tener en cuenta el ámbito social, las campañas educativas y de concientización ayudarán a que la sociedad prefiera los productos que no contienen mercurio añadido y que no han tenido mercurio en sus procesos, haciendo que el aspecto social y el económico estén interconectados, y la educación busque un propósito en común con el desarrollo sostenible, “el arte de vivir en armonía con la naturaleza y de distribuir de forma justa los recursos entre todos los seres humanos. Una visión que ha sido pionera entre los movimientos alternativos al modelo de crecimiento económico ilimitado y al mantenimiento de enormes brechas entre ricos y pobres a lo largo nuestra historia reciente”<sup>226</sup>.

El punto de vista ambiental, según Mora<sup>227</sup>, interesa y se inicia a tratar desde la influencia política ambiental nacional e internacional, producto de cada vez mayor preocupación de la relación que tiene el ser humano con el medio ambiente y de los impactos que este genera en la naturaleza afectando no solo a los recursos, fauna y flora, sino también a las personas, su salud y calidad de vida.

El control ambiental y la cantidad de recursos humanos necesarios para cumplir con el convenio de Minamata, muestran que al mismo tiempo que se trabaja con el objetivo de cuidar el medio ambiente se le da trabajo a un grupo de personas, y mejores condiciones de vida a las personas que son afectadas por la exposición al mercurio en alguna de sus diferentes presentaciones, sea como compuesto, producto añadido o mercurio liberado de estas industrias que trabajan con este metal pesado.

Si en Colombia se implementa el Convenio de Minamata teniendo en cuenta los principios de la gestión ambiental y los puntos de vista del desarrollo sostenible, se puede lograr más que una eliminación del mercurio, se puede lograr incluir a todo el país en un proceso para mejorar la calidad de vida de las personas, el orden territorial del país, la calidad de los recursos naturales, el desarrollo tecnológico gracias a la cooperación internacional e investigación nacional, y la economía al encontrarse Colombia como uno de los países que cumple los lineamientos del convenio y se cierra a mercados que pueden entrar en déficit como lo son los basados en mercurio usado en procesos o transportado en productos.

---

<sup>226</sup> NOVO, María. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible En: Revista de Educación, número extraordinario. 2009. p. 195 – p. 217.

<sup>227</sup> MORA, María de los Ángeles. La preocupación por la naturaleza, ¿un proceso natural para la política pública? Cómo promover que los temas vinculados con el desarrollo sostenible sean considerados en las agendas ambientales de las ciudades En: OPERA - Observatorio de Políticas, Ejecución y Resultados de la Administración Pública. Colombia. ISSN 1657-8651.

Según Lozano<sup>228</sup>, la búsqueda del desarrollo sostenible necesita un sistema político que asegure la participación ciudadana, un sistema económico eficiente que genere excedentes y conocimiento técnico sostenido, un sistema social que genere soluciones ante las tensiones del desarrollo, un desarrollo en producción que sea consiente de preservar la base ecológica para el desarrollo, sistemas tecnológicos que busquen continuamente nuevas soluciones, un sistema internacional que fomente la sustentabilidad en comercio y finanzas, y un sistema administrativo flexible y se autocorrija. Estas necesidades buscan ser satisfechas para lograr los retos del desarrollo sostenible que se muestran a continuación.

1. Depender menos de fuentes de energía fósiles, principalmente del petróleo, y cada vez más de fuentes renovables y menos contaminantes, así como favorecer la eficiencia energética.
2. Desarrollar procesos tecnológicos de uso más intensivo de mano de obra, acordes con la base de recursos naturales y más limpios, con un enfoque eminentemente preventivo.
3. Perfeccionar e incentivar el reciclaje y reaprovechamiento de los desechos y desperdicios, así como disminuir su producción y confinarlos adecuadamente.
4. Impulsar una gestión de los recursos naturales con conocimientos y tecnologías basados en una nueva racionalidad ambiental y con equidad social.
5. Fortalecer el enfoque regional canalizando esfuerzos hacia las áreas prioritarias.
6. Instituir formas administrativas y políticas mucho más descentralizadas y que se apoyen en mayor medida en las comunidades locales, a partir de sus características socioculturales y con un enfoque de género.
7. Detener el crecimiento urbano desordenado y macrocefálico, así como los patrones de consumo excesivos favoreciendo mayores oportunidades de desarrollo regional.
8. Fortalecer el marco normativo y el establecimiento de instrumentos económicos.
9. Instituir el derecho a una información oportuna y veraz.
10. Educar a la población y auspiciar, por todos los medios posibles, la formación de nuevos valores culturales acordes con la sustentabilidad<sup>229</sup>.

---

<sup>228</sup> LOZANO, Rolando. Fundamentos del desarrollo sostenible En: Revista VIRTUALPRO. Procesos Industriales, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible. No. 52. 2006. ISSN 1900-6241.

<sup>229</sup> *Ibid.*, p. 79.

## 8. BENEFICIOS DE LA FIRMA DE COLOMBIA EN EL CONVENIO DE MINAMATA

El mercurio se ha convertido en un metal pesado muy usado actualmente en diferentes industrias a nivel mundial y en grandes cantidades, tras la creación del Convenio de Minamata, muchos países con su firma se han comprometido a disminuir y hasta eliminar la utilización de mercurio en sus procesos industriales, en los productos que contienen compuestos de mercurio, a cambiar sus fuentes de energía por unas que no liberen este metal pesado a la atmósfera, y a evitar el transporte, importación y exportación del mismo, en la Tabla 2 se muestran las industrias que más consumen mercurio y más liberaciones antropogénicas de mercurio realizan en el mundo.

**Tabla 2: Consumo de Mercurio y Liberación del Mismo por Parte de las Industrias que más lo Utilizan**

<b>Categoría de fuente</b>	<b>Consumo estimado de mercurio a nivel mundial, en toneladas métricas</b>	<b>Emisiones atmosféricas estimadas de mercurio a nivel mundial, en toneladas métricas</b>
MAPE de oro	806	350
Fabricación de monómero de cloruro de vinilo	770	00
Plantas de cloro-álcali	492	60
Baterías	370	20
Amalgama dental	362	26
Instrumentos de medición y control	350	33
Alumbrado	135	13
Instrumentos eléctricos	200	26
Otros	313	29
<b>Total</b>	<b>3,798</b>	<b>557</b>

**Fuente:** WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

Como se ve en la Tabla 2, un total de 3798 toneladas métricas son consumidas al año, y una cantidad total de 557 toneladas métricas son liberadas a la atmósfera.

Estas 3798 toneladas consumidas en el mundo se reparten en los, según Artime<sup>230</sup>, 194 países del planeta. De estos 194 países hay que tener en cuenta que por medio de la firma del Convenio de Minamata 128 de estos países, el mercado que contenga mercurio en sus procesos o añadido a productos caerá drásticamente ya que los países firmantes avanzarán en tecnología y cooperación para eliminar el mercurio de sus productos para distribución nacional y para exportación haciendo que el mercado de estos países se cierre para aquellos que no cumplen con el Convenio de Minamata y desincentivando a quienes lo usan con los altos precios de este metal pesado.

Los altos precios del mercurio van a desincentivar algunos usos del mercurio y facilitarán la implementación de sustitutos y alternativas que eliminen o minimicen el uso de mercurio. Por lo tanto, los objetivos de un convenio mundial de control del mercurio se facilitan si el precio es lo suficientemente alto para desalentar la demanda de mercurio. Sin embargo, algunas características de los regímenes de control del mercurio podrían tener como consecuencia la creación de nuevas o más amplias fuentes de mercurio. En la medida en que los gobiernos imponen controles más estrictos sobre las emisiones de mercurio y sobre la eliminación de los productos y residuos contaminados con mercurio, se van a crear incentivos para los refinadores de metales, los recicladores y otros, para recuperar el mercurio elemental de los flujos de residuos y de los combustibles fósiles y colocar en el mercado este mercurio recién recuperado<sup>231</sup>.

Con el uso cada vez menor de este metal pesado debido al Convenio de Minamata, será un mal negocio para los países productores y extractores de este metal seguir ofreciéndolo, y la economía que antes tenía en cuenta a este metal pesado cambiará a una libre de mercurio, o que por lo menos va a disminuir su uso, consumo, importación y exportación. “Al mismo tiempo, un convenio mundial de control del mercurio puede contribuir también a la disminución de la demanda mundial de mercurio al prohibir, eliminar progresivamente o reducir muchos de los usos actuales del mercurio”<sup>232</sup>.

Otro de los beneficios para Colombia al firmar el Convenio de Minamata, es la cooperación internacional, facilitándole así al país tecnologías de países desarrollados, estudios y métodos para reducir el uso del mercurio, como en gran parte de América Latina se presenta el problema de la minería ilegal e informal, se

---

<sup>230</sup> ARTIME, Miguel. ¿Cuántos países hay en el mundo? [sitio web] [consultado en 12, febrero, 2017]. Disponible en: <https://astroseti.org/miscelanea/archivo/cuantos-paises-hay-el-mundo/>

<sup>231</sup> WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

<sup>232</sup> Ibid., p. 47.

puede realizar una cooperación regional para poder regular y controlar a esta industria de una manera amigable con el medio ambiente.

## **8.1. CAMBIOS ADOPTADOS POR COLOMBIA**

Según Casas<sup>233</sup>, existen estudios en Colombia sobre la toxicidad del mercurio a nivel ocupacional, pero muy pocos se centran en las industrias que los producen y los efectos tóxicos luego de descargar estos desechos de producción y productos que contienen mercurio a los diferentes recursos naturales (agua, aire, suelo), tampoco se estudia mucho sobre los efectos tóxicos a nivel medioambiental y los impactos tanto económicos como sociales de la irresponsabilidad de las industrias que utilizan este metal pesado.

El primer cambio que Colombia debe adoptar para cumplir con el convenio de Minamata es iniciar a determinar quiénes son los actores de la contaminación por mercurio en el país, cuales son las poblaciones más afectadas y en qué lugares se debe realizar una intervención para su descontaminación, también se debe planear qué medidas se tomarán con las empresas para que no utilicen más este metal pesado y planear campañas de concientización para que la misma población Colombiana sea la que regule el mercado al no utilizar productos que tengan mercurio añadido o como parte del producto o proceso.

En la minería informal se deben realizar varios cambios con función de la reducción de la contaminación por mercurio proveniente de esta actividad, se deben implementar políticas estrictas de penalización a las industrias mineras de oro de manera informal que complementen a la ley 1658 de 2013 y programas de concientización y educación para que los mineros informales se capaciten y puedan realizar la actividad disminuyendo su impacto ambiental por el uso del mercurio, cosas en las cuales Colombia ya está trabajando.

La informalidad, las malas prácticas y la presencia de actores foráneos han causado alteraciones y degradación ambiental en gran parte de nuestro territorio, los cuales generalmente albergan una amplia biodiversidad. No obstante, Colombia trabaja en acciones encaminadas a la reducción y eliminación de las liberaciones y emisiones de mercurio al ambiente. El objetivo principal es lograr la introducción de métodos y técnicas de extracción que no requieran el uso de mercurio en la minería aurífera artesanal y en pequeña escala<sup>234</sup>.

---

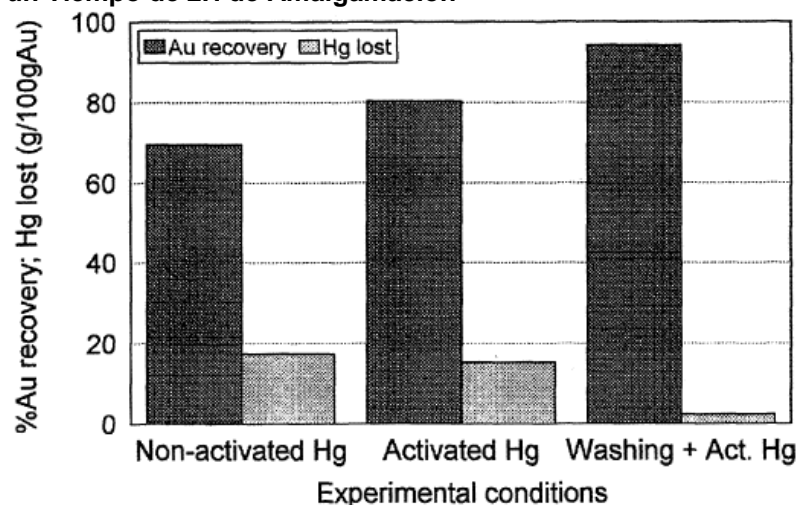
<sup>233</sup> CASAS, Isabel; GÓMEZ, Elidier; RODRÍGUEZ, Lina; GIRÓN, Sandra; MATEUS, Julio. Hacia un plan nacional para el control de los efectos del mercurio en la salud en Colombia En: Biomédica. No. 35. 2015.

<sup>234</sup> EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Proyecto de Ley No. 158 de 2016 “Por medio de la cual se aprueba el <<Convenio de Minamata Sobre el Mercurio>>, Hecho en Kumamoto, Japón, el 10 de Octubre de 2013.2016.

Según el Congreso de la República de Colombia<sup>235</sup>, el proyecto de ley No. 158 de 2016, ya fue radicado y solo requiere su aprobación, este proyecto de ley busca la aprobación del Convenio de Minamata, en este se incluyen acciones y procedimientos para abarcar el convenio y su implementación en la minería informal para controlar la contaminación por mercurio presentada.

Según Pantoja<sup>236</sup>, existen métodos y procesos muy económicos para lograr disminuir la cantidad de mercurio liberada al ambiente en el proceso del beneficio del oro, se pueden utilizar técnicas de lavado con detergentes alcalinos de purificación electrolítica de mercurio, con los cuales se pueden obtener pérdidas de mercurio de 20 a 100 veces menores que las pérdidas de este metal pesado por parte de los mineros informales. Los resultados de este estudio se pueden observar en los Gráficos 8 y 9.

**Gráfico 8: Recuperación de Oro y Pérdidas de Mercurio Utilizando 3Kg de Mercurio por Cada Tonelada de Mineral en un Tiempo de 2H de Amalgamación**



**Fuente:** PANTOJA, F.; ÁLVAREZ, R.; RODRÍGUEZ, A.S. Methods to reduce mercury pollution in small gold mining operations En: Revista de Metalurgia. Madrid. 41. 2005. p. 194 – p. 203.

En el Gráfico 8 se muestran valores actuales de oro recuperado y pérdidas de mercurio en el proceso actual de beneficio del oro en la mina la bruja, demostrando que al aplicar métodos de mercurio activado y un lavado con detergentes alcalinos

<sup>235</sup> CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. TRAMITE EN SENADO DE LA REPÚBLICA [sitio web] Colombia [consultado en 14, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.senado.gov.co/az-legislativo/proyectos-de-ley>

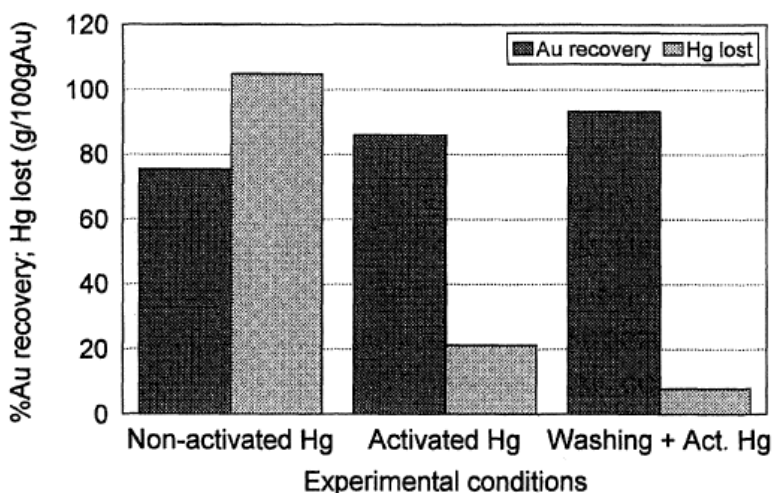
<sup>236</sup> PANTOJA, F.; ÁLVAREZ, R.; RODRÍGUEZ, A.S. Methods to reduce mercury pollution in small gold mining operations En: Revista de Metalurgia. Madrid. 41. 2005. p. 194 – p. 203.



ayuda a aumentar el porcentaje de recuperación de mercurio y así mismo aumenta la cantidad de oro recuperado, según Berrezueta<sup>237</sup>, esta mina se encuentra ubicada en el departamento de Nariño en Colombia, siendo las minas de esta región algunas de las más importantes respecto a las concentraciones de mercurio liberadas al medio ambiente.

La importancia de invertir en métodos para reducir las liberaciones de mercurio al medio ambiente, se muestra en los resultados de los Gráficos 9 y 10; al ver la ley 1658 de 2013, y el plazo para las minas informales de seguir trabajando así como los requisitos de esforzarse en la disminución de mercurio en este plazo, se ve que la cooperación internacional y de la inversión en nuevas tecnologías e investigación, es el camino para lograr iniciar la disminución de liberaciones y uso de mercurio hasta llegar al punto de no utilizar este metal pesado.

**Gráfico 9: Recuperación de Oro y Pérdidas de Mercurio Utilizando 3.5Kg de Mercurio por Cada Tonelada de Mineral en un Tiempo de 4H de Amalgamación**



**Fuente:** PANTOJA, F.; ÁLVAREZ, R.; RODRÍGUEZ, A.S. Methods to reduce mercury pollution in small gold mining operations En: Revista de Metalurgia. Madrid. 41. 2005. p. 194 – p. 203.

El Gráfico 9 muestra como en la minería informal, al cambiar factores como el tiempo de amalgamación y la cantidad de mercurio utilizada en el proceso, se presentan liberaciones de mercurio a niveles muy altos que al ser tratado con métodos de control como el del uso de detergentes alcalinos, los porcentajes de pérdidas de mercurio son mucho menores.

<sup>237</sup> BERREZUETA, E.; CASTROVIEJO, R.; PANTOJA, F.; ÁLVAREZ, R. Estudio mineralógico y cuantificación por análisis digital de imagen de las menas auríferas de Nariño (Colombia). Aplicación a la mejora del proceso mineralúrgico En: Boletín Geológico y Minero. 113(4). 2002. p. 369 – p. 379. ISSN 0366-0176.

Uno de los criterios que ayudaría a Colombia a detener la explotación de oro de manera informal se presenta en el Convenio de Minamata, según Cabrera<sup>238</sup>, un apoyo para Colombia en este ámbito es tras asumir la responsabilidad de la contaminación hecha, y de la conservación ambiental a realizar, para esto se requiere el apoyo internacional, por medio de transferencia de tecnologías, apertura de mercados más limpios, transferencia de información de investigaciones y el apoyo económico para cuidar el medio ambiente. El criterio del apoyo internacional se muestra en el convenio mostrando la importancia de darse apoyo entre los países firmantes y en especial entre los países de la región que sufren problemas similares.

Según la Organización Mundial de la Salud<sup>239</sup>, el crear un ambiente saludable en las minas de oro informales e implementar técnicas para eliminar el uso de mercurio en el proceso como métodos de gravedad, de fundición directa o de filtración química sin riesgo, puede solucionar el problema de la contaminación por mercurio y exposición de las personas a esta en esta industria informal.

Quando se envía un producto con mercurio a un vertedero o a un relleno sanitario especialmente preparado, gran parte de ese contenido de mercurio se escapará hacia el medio ambiente circundante. Una vía importante de escape del mercurio son los incendios de vertederos y los incendios de rellenos sanitarios. Sin embargo, aún sin incendios, parte del mercurio que llega a los vertederos y rellenos sanitarios se volatilizará y entrará en la atmósfera. Los compuestos hidrosolubles de mercurio pueden filtrarse y entrar en los sistemas hídricos. Tanto el mercurio elemental como los compuestos de mercurio pueden adherirse a los suelos y pueden migrar lejos del sitio a causa de inundaciones u otras condiciones<sup>240</sup>.

Es por esto que uno de los temas a tener en cuenta por Colombia es la inversión en la disposición correcta de residuos que contengan mercurio, los cuales usualmente se catalogan en residuos peligrosos o RESPEL, a pesar de que Colombia ha tenido iniciativa en este campo, todavía falta esforzarse más en este punto, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial<sup>241</sup>, desde el año 2005 el país inició a exportar sus residuos de mercurio a países europeos, pero se

---

<sup>238</sup> CABRERA, Mauricio; ESPÍTIA, Jorge; GARAY, Luis; FIERRO, Julio; NEGRETE, Rodrigo; PARDO, Luis; RUDAS, Guillermo; VARGAS, Fernando. Minería en Colombia. Fundamentos Para Superar el Modelo Extractivista. 2013.

<sup>239</sup> ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Prevención de enfermedades mediante la creación de ambientes saludables. 2013

<sup>240</sup> WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

<sup>241</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. ISBN 958-97785-2-6.

concentró solamente en pilas, baterías y residuos de lámparas de mercurio, con un total el primer año de cerca de 4 toneladas, y a pesar de que se ha realizado la gestión para apoyar a empresas que transportan estos residuos directamente desde el sitio de generación hasta su sitio de disposición adecuada, todavía falta concientizar y enseñar a la población la importancia de depositar sus residuos en el lugar adecuado. Para mejorar en este ámbito se debe tener en cuenta la pirámide del Gráfico 10.

**Gráfico 10: Pirámide de la Estrategia de Gestión de Residuos Peligrosos**



**Fuente:** SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Gestión Integral de Residuos Peligrosos. I.Q. Andrea Cortés Salazar. Bogotá D.C. 2008.

En el Gráfico 10 se muestra la manera de proceder para controlar los residuos peligrosos como los residuos de mercurio, el gobierno debe priorizar la prevención y minimización en todas las áreas e industrias donde se desecha este metal pesado, esto se puede realizar mediante el cambio de tecnologías, de procesos y de materias primas, en seguida se le debe dar importancia al aprovechamiento, en el cual se busca volver a utilizar el residuo y no desecharlo, finalmente la disposición final y el tratamiento al desecho, ya que las soluciones correctivas, a pesar de ser útiles, pueden fallar, por lo que es mejor una solución preventiva.

El uso de carbón como combustible es común en el mundo, según Weinberg<sup>242</sup>, la combustión de carbón además de ser responsable por un 20% de las emisiones mundiales de gas invernadero contiene mercurio que es emitido a la atmósfera, por lo tanto se debe buscar implementar energías alternativas para evitar la combustión de carbón, además pensando en las soluciones correctivas, se pueden utilizar dispositivos (DCCA) para limpiar los gases de combustión de las centrales eléctricas, ejemplos de estos son los precipitadores electrostáticos, filtros de tela, sistemas de desulfuración de gases, entre otros, que depuren los gases de

<sup>242</sup> WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

combustión y capturen mercurio, en el caso de estos dispositivos se presenta una remoción de gases de mercurio entre el 24 y el 70%.

A pesar de no tener una efectividad muy alta, es posible implementar estas metodologías mientras se realiza el cambio de fuente de energía, con la construcción de parques eólicos, o de luz solar que puedan contribuir a eliminar la combustión de carbón y disminuir los costos de esta energía para hacerla más utilizada.

Los esfuerzos para eliminar progresivamente las tecnologías de combustión de carbón tendrán éxito cuando se instauren mecanismos mundiales para garantizar que estos y todos los otros costos externos asociados a la combustión de carbón se integren al precio de la energía derivada del carbón. Cuando esto suceda, quedará claro que tanto las medidas en materia de eficiencia energética como las fuentes de energía alternativa son realmente menos caras que que las tecnologías que usan carbón. En ese momento las alternativas podrán imponerse rápidamente sobre el carbón y reemplazarlo<sup>243</sup>.

Los sitios ya contaminados por mercurio también son un problema en el que Colombia debe concentrar esfuerzos para recuperarlos, por medio de métodos químicos y biotecnológicos se puede recuperar el suelo, con la implementación de estos en el país se pueden obtener buenos resultados, según Chen<sup>244</sup>, existen varios métodos para remediar este problema y descontaminar los suelos afectados, algunos ejemplos de estos métodos son la dilución entre las capas del suelo, la estabilización o lavado químico, la fitorremediación en la cual se utilizan plantas para remover del suelo los metales pesados, son métodos económicos que dan buenos resultados para controlar este problema.

La implementación de tecnologías extranjeras, como la electrorrecuperación mostrada en la Figura 5, puede también dar buenos resultados, con el apoyo internacional se pueden lograr compartir métodos como el ya mencionado que “se basa en la aplicación de una corriente continua de baja intensidad entre una serie de electrodos insertados en un suelo contaminado y generalmente saturado con agua que actúa como medio conductor.”<sup>245</sup>

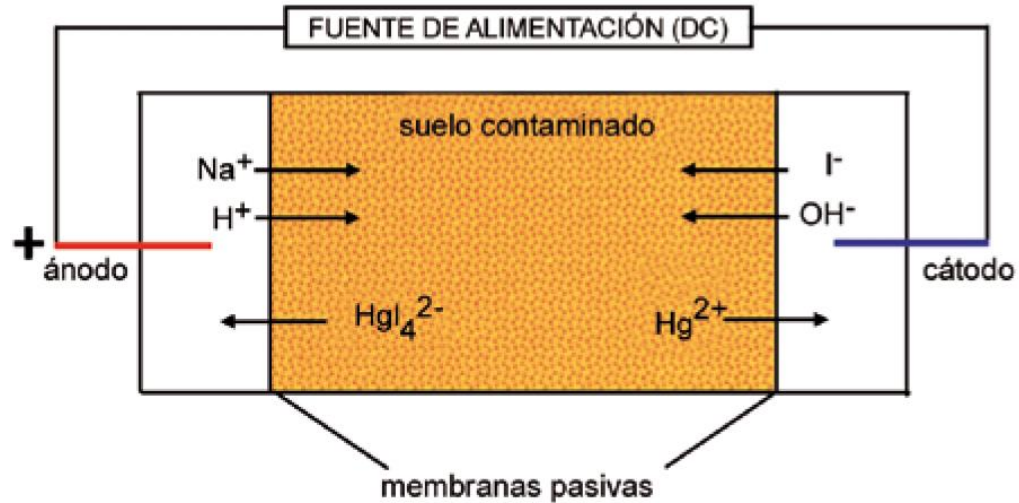
---

<sup>243</sup> WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

<sup>244</sup> CHEN, Zueng. New Solutios to Soil Pollution and Distribution, Bioavailability and Management of Heavy Metals. 2007.

<sup>245</sup> GARCÍA, Francisco; GARCÍA, A; GOMEZ, C; VEREDA, C; RODRÍGUEZ, José. El Mercurio. Situación Actual, Problemas y Soluciones. Universidad de Málaga. 2010.

Figura 5: Funcionamiento del Método de Electrorrecuperación



**Fuente:** GARCÍA, Francisco; GARCÍA, A; GOMEZ, C; VEREDA, C; RODRÍGUEZ, José. El Mercurio. Situación Actual, Problemas y Soluciones. Universidad de Málaga. 2010.

En la Figura 5 se muestra el principio de funcionamiento del método de la electrorrecuperación, un método efectivo y económico, que en Colombia se puede implementar, retirando así el mercurio y sus compuestos del suelo contaminado, y mostrándose como una de las nuevas tecnologías utilizadas para complementar la biorremediación u otras tecnologías utilizadas para la descontaminación de suelos que han sido afectados por metales pesados, estos métodos se muestran en el Anexo E.

Las amalgamas dentales son una significativa fuente de contaminación por mercurio, por lo tanto Colombia debe evitar su producción e importación al país, y antes de que esto suceda, invertir en educación de la sociedad, “prevenir la caries dental puede requerir una combinación de otras medidas que traten directamente de reducir el uso de amalgamas.”<sup>246</sup>

Otras estrategias útiles son “Promover las alternativas sin mercurio a las amalgamas dentales es importante por la falta de información entre dentistas, pacientes y público en general”<sup>247</sup>, “Impartir capacitación sobre materiales y técnicas sin mercurio debería ser una prioridad porque si los estudiantes aprenden primero la amalgama, pueden darle preferencia o habituarse a usarla, lo que puede socavar

<sup>246</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

<sup>247</sup> Ibid., p. 21.

los esfuerzos a largo plazo para reducir su uso”<sup>248</sup>, entre otras para hacer que la gente ya no busque amalgamas para reparar sus dientes.

Según la Organización Mundial de la Salud<sup>249</sup>, hay cambios que se deben hacer para controlar este problema como cambiar los programas educativos de odontología, promover la higiene dental y así evitar su necesidad, y favorecer el uso de vidrio ionómero como reemplazo de la amalgama dental, buscando la disminución del uso de mercurio y de las amalgamas dentales.

Según Ortega<sup>250</sup>, la exposición al mercurio que se presenta en hospitales, por el uso de termómetros, lámparas y medicamentos de mercurio, se puede controlar mediante la sostenibilidad de los hospitales, en el aspecto ambiental se evita la contaminación con mercurio, en el aspecto económico se puede tener en cuenta que los valores por limpieza de instrumentos con mercurio es más costosa que invertir en nuevas alternativas.

El desarrollo de nuevas alternativas y tecnologías se muestra en cada aspecto relacionado al mercurio como un apoyo para controlar y solucionar este problema, es por eso que se hace referencia reiterativamente en el Convenio de Minamata a la inversión en investigación y desarrollo, transferencia de información, alternativas y tecnologías entre los países firmantes y así buscar que todos los países firmantes del convenio juntos logren tener avances en los compromisos del convenio.

Para lograr cumplir con el Convenio de Minamata, Colombia necesita invertir en concientización, educación, información, campañas de recolección de materiales y productos que contengan mercurio, y apoyo de las empresas para lograr que este instrumento internacional no sea vinculante solo para los altos mandos del país, sino también para la población haciendo que se comprometan con el ambiente, la sociedad y un futuro más sostenible y libre de mercurio.

Para cumplir con los diferentes compromisos del Convenio de Minamata deberán considerarse los siguientes instrumentos regulatorios:

- Aunque en Colombia no hay producción deberán prohibirse expresamente la exploración, la explotación y el beneficio del mercurio.

---

<sup>248</sup> LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

<sup>249</sup> ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD; ORGANIZACIÓN PARAMERICANA DE LA SALUD; MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. Taller: Salud en la Implementación de la Convención de Minamata sobre el Mercurio. 2015.

<sup>250</sup> ORTEGA, J; FERRIS, J; LÓPEZ, J; MACIÁN, Marco; GARCÍA, J; CONESA, A; ORTÍ, A; PALACIOS, E; MOLINA, F; LORENTE, D. Hospitales sostenibles (III). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. Vol. 59. No. 3. 2003.

- Deberá regularse la gestión del mercurio obtenido como subproducto en la minería de minerales no ferrosos
- Deberá reglamentarse la Ley 4741 de 2005 y el Decreto 4741 de 2005 con el objetivo de establecer las condiciones técnicas específicas para la gestión y disposición final de los residuos de mercurio o con contenido de mercurio.
- Es necesario incentivar la investigación y el desarrollo en cuanto asociados con la gestión de residuos de mercurio.
- Incluir en la Ley de Comercio Exterior un artículo que prohíba expresamente las importaciones y las exportaciones de mercurio y sus compuestos con excepción de aquel recuperado en procesos de reciclaje debidamente certificado por el país de origen.
- Solicitar al Ministerio de Salud y Protección Social la lista de los equipos y los productos empleados en el sector salud nacional que contengan mercurio y sean susceptibles de ser reemplazados en un plazo adecuado. En caso de no tener reemplazo incluir en una lista de exenciones.
- Establecer la prohibición expresa de realizar vertimientos de materiales y sustancias con mercurio en las fuentes de agua y en los sistemas de acueducto y alcantarillado<sup>251</sup>.

## **8.2. BENEFICIOS DE CUMPLIR LOS LINEAMIENTOS DEL CONVENIO DE MINAMATA**

El Convenio de Minamata ofrece ciertos beneficios económicos, ambientales y sociales según se cumplan los compromisos adquiridos por cada país, en el ámbito económico “El Fondo Fiduciario aportará recursos para sufragar los costos adicionales convenidos que permitan obtener beneficios ambientales mundiales y la totalidad de los costos convenidos de algunas actividades de apoyo.”<sup>252</sup> Esto servirá para poder cumplir con el convenio con una inversión que sea más factible para los países firmantes.

en el reciente estudio efectuado por el DNP se menciona que Colombia es el tercer país que más libera mercurio en el mundo con 75 toneladas anuales, ubicándose detrás de China e Indonesia. Lo anterior a causa

---

<sup>251</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA; UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. ESTUDIO DE LA CADENA DEL MERCURIO EN COLOMBIA CON ENFASIS EN LA ACTIVIDAD MINERA DE ORO. 2014.

<sup>252</sup> PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

principalmente de la minería de oro artesanal y de pequeña escala. De igual manera, se indica que el 86% de la minería en el país se realiza sin título minero y sin licencia ambiental, lo que genera graves problemas sociales y una gran tragedia ambiental que, además, según el Instituto Nacional de Salud, ha generado 1.126 casos de intoxicación<sup>253</sup>.

Ya que se tiene que el 86% de la minería del país se presenta de manera informal, con la aplicación del convenio y de la ley 1658 de 2013, Colombia busca legalizar y formalizar esta industria de minería informal, con esto el país puede lograr ganar dinero de los impuestos de los diferentes procesos de trabajo de esta industria, y así poder vender y explotar oro sin utilizar mercurio.

Los beneficios sociales y ambientales son los más notorios y más representativos del convenio, ya que el principal objetivo de este se basa en preservar el ambiente y cuidar de la salud humana, dos aspectos que en el pasado ya han sido afectados gravemente por el mercurio y actualmente por medio de este instrumento internacional vinculante se puede evitar que se vuelva a presentar contaminación ambiental y daños a la salud humana por exposición a fuentes antropogénicas de contaminación por mercurio.

En el aspecto social, la salud humana es lo más resaltado en el Convenio de Minamata, en Colombia existe la necesidad de crear ambientes saludables en hospitales, clínicas y demás centros de salud para evitar así el contacto de las personas con el mercurio que ocurre en estos lugares, en la Tabla 3 se muestran las cantidades de mercurio que dejan de estar contacto en un hospital.

**Tabla 3: Cantidad de Mercurio en el Hospital General San Felipe**

Equipo que contiene Mercurio	Cantidad de Equipo	Gramos Totales (Hg/gr)	Porcentaje (%)
Esfigmomanómetros	7	583	10.85%
Termómetros:	182	96.5	1.80%
Iluminación	3,459	146.384	2.72%
Negatoscopios	9	0.75	0.01%
Reactivos en desuso	1	4,548.76	84.62%
<b>TOTAL</b>	<b>3,840</b>	<b>5,375.39</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** CÁRDENAS, Vivian. Gestión Ambientalmente Racional de Mercurio: Análisis de la Aplicabilidad del Convenio de Minamata en Honduras. 2014. PROGRAMA LÍDERES EN SALUD INTERNACIONAL EDMUNDO GRANDA UGALDE (PLSI) 2013.

En este caso se muestran las cantidades para el Hospital General San Felipe en Honduras, donde ya el mercurio fue eliminado como compromiso al Convenio de Minamata, los valores de la Tabla 3 son para un hospital, según el Hospital General

<sup>253</sup> RODRÍGUEZ, Gloria. Un deshonroso podio para Colombia [sitio web] [consultado en 21, febrero, 2017]. Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/un-deshonroso-podio-para-colombia/36270>



San Felipe<sup>254</sup>, con una capacidad de atención de 1600 personas al día entre pacientes internos y externos, teniendo esto en cuenta y que en Colombia se atienden al año, según la Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral<sup>255</sup>, un total de 135.870.271 pacientes anuales en el año 2013, y con una población ascendente, se demuestra que existen una gran población con la que el mercurio puede tener contacto en los centros de salud de Colombia y que al ser desechados estos productos se está generando una gran cantidad de contaminación, que por medio de los lineamientos del convenio, se puede evitar.

Según El País<sup>256</sup>, para el año 2007 se estaban utilizando cerca de 300 toneladas de mercurio anuales mundiales en la producción de instrumentos de medición como termómetros, desde que se prohibió en la unión europea la fabricación de estos instrumentos, se redujo esta cifra en 33 toneladas anuales, la ventaja no solamente es social a preservar la salud de quienes están en contacto con los mismos, sino también ambiental debido a que los desechos de este tipo de artefactos se tiran directamente a la basura.

Este instrumento internacional busca dar soporte, apoyo y compromiso a los retos y objetivos del programa 21 que aún no se han cumplido por parte de los países, dice Moreno<sup>257</sup>, que este programa fue creado buscando la sostenibilidad mundial, y con este se ha promovido la creación de programas concretos para eliminación y transporte de sustancias peligrosas como el mercurio, mejorando así la gestión de estas sustancias y la información sobre sus riesgos y peligros, por lo que diferentes instrumentos internacionales contribuyen a su cumplimiento y a lograr solucionar problemas socio ambientales.

Para cumplir con al programa 21 Colombia ha creado diversas políticas ambientales que tienen en cuenta el aspecto social, estas políticas servirán de base a la aplicación del Convenio de Minamata, mostrando así al país con una gran esfuerzo por la sostenibilidad, que está buscada desde las políticas, pero en la cual se debe trabajar más para así lograr grandes resultados. Las políticas de desarrollo que apoyan al convenio, bien aplicadas pueden dar grandes resultados.

---

<sup>254</sup> HOSPITAL GENERAL SAN FELIPE. Actualidad [sitio web] [consultado en 21, febrero, 2017]. Disponible en: [http://hospitalsanfelipe.salud.gob.hn/?page\\_id=86hn](http://hospitalsanfelipe.salud.gob.hn/?page_id=86hn)

<sup>255</sup> ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE EMPRESAS DE MEDICINA INTEGRAL. Cifras e indicadores del sistema de salud. 2013.

<sup>256</sup> EL PAÍS. Adiós al termómetro de mercurio [sitio web] [consultado en 21, febrero, 2017]. Disponible en: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2007/07/10/actualidad/1184018404\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2007/07/10/actualidad/1184018404_850215.html)

<sup>257</sup> MORENO, Adriana. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN COLOMBIA, ENMARCADO EN EL PROGRAMA 21 DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Bogotá D.C. Fundación Universidad de América. 2013.

de manera que se garantice a las generaciones futuras una oferta ambiental suficiente sobre la cual sustentar un sano desarrollo económico y social. Para lograrlo define como objetivos:

- Generar alternativas de uso de los recursos naturales que sean económica, ecológica y socialmente sostenibles.
- Preservar, conservar y rehabilitar los recursos naturales renovables y la calidad del medio ambiente.
- Prevenir y mitigar el impacto ambiental que las actividades productivas puedan generar sobre el patrimonio natural y la calidad de vida de los colombianos.
- Reorientar los procesos de ocupación del territorio con el fin de desestimular la ocupación del espacio a expensas de áreas naturales frágiles y/o estratégicas.
- Estimular actividades productivas limpias mediante una política fiscal y de precios, que contribuya al uso adecuado de los recursos naturales y a incentivar inversiones ambientalmente sanas.
- Fortalecer el conocimiento de los recursos naturales y del ambiente por medio de investigación básica y aplicada que permita su aprovechamiento sostenible<sup>258</sup>.

Al tener al Convenio de Minamata como un instrumento internacional vinculante de obligatorio cumplimiento para los países suscritos, Colombia no solo puede avanzar en el tema del mercurio, sino ayudar a cumplir los objetivos de los planes de desarrollo, y los retos aún no cumplidos del Programa 21, mostrándose como un país comprometido con la sostenibilidad y el cumplimiento de sus objetivos, retos y compromisos.

Colombia al comprometerse a estar en contacto con los otros países firmantes, puede obtener información, investigaciones, tecnología y procesos necesarios para cumplir con el convenio y obtener más rentabilidad y productos más limpios en sus procesos e industrias, según Eschenhagen<sup>259</sup>, el método del trabajo conjunto y el apoyo internacional ya han logrado grandes conocimientos y avances en las diferentes disciplinas científicas y al intercambiar tecnologías y conocimiento se pueden obtener resultados más completos ajustados a la importancia de lo que se busca lograr.

---

<sup>258</sup> ACUÑA, Isaías. La política ambiental en los planes de desarrollo en Colombia 1990 – 2006. Una visión crítica En: Revista Luna Azul. No. 22. 2006.

<sup>259</sup> ESCHENHAGEN, Luisa. Evolución del concepto “desarrollo sostenible” y su implantación política en Colombia En: INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales. No. 11. 1998.

Con la inclusión de los lineamientos del Convenio de Minamata, las empresas por obligación dejarán de utilizar mercurio en los tiempos establecidos en los Anexos B y C, cuenta Bustos<sup>260</sup>, que las empresas siempre han buscado soluciones correctivas o a posteriori, es decir una vez que el daño ya está hecho, así que al estar comprometidas en cambiar sus materias primas se buscarán soluciones de tipo preventivo ya que el gobierno al firmar el convenio, se compromete a dar la obligación a las empresas de eliminar el mercurio de sus procesos y productos.

Los beneficios medioambientales se verán a medida que el convenio avance y el país cumpla con sus lineamientos y compromisos, Evers<sup>261</sup>, dice que a medida que se eliminen las fuentes de contaminación de mercurio a los cuerpos de agua, se mejorará la calidad de los ríos y demás cuerpos de agua, los peces tendrán mejores condiciones para vivir así como la fauna silvestre y con todos estos animales y recursos, los humanos en contacto con estos mejorarán su salud y calidad de vida, siendo beneficios que se verán a mediano y largo plazo.

El Convenio de Minamata es la iniciativa incluyente adecuada para lograr erradicar la contaminación antropogénica de mercurio, esta ha tomado fuerza desde que varios de los países que más mercurio utilizan o producen hacen parte del convenio, más allá de los compromisos adquiridos por las partes firmantes, el verdadero éxito del convenio se basa en la concientización de la población, el trabajo conjunto y el esfuerzo de las partes por hacer más de lo que se exige, logrando proactividad y resultados mejores a los esperados.

---

<sup>260</sup> BUSTOS, Carlos; CHACÓN, Galia. El desarrollo sostenible y la agenda 21. Revista de estudios interdisciplinarios en Ciencias Sociales. Vol. 11 (2). p. 164 – p. 181. 2009. ISSN 1317-0570.

<sup>261</sup> EVERS, David; KEANE, Susan; BASU, Niladri; BUCK, David. Evaluating the effectiveness of the Minamata Convention on Mercury: Principles and recommendations for next steps En: Science of the Total Environment. 2016.

## CONCLUSIONES

- El Convenio de Minamata ha llegado a ser de gran importancia gracias a que es un instrumento internacional incluyente, abarca los diferentes aspectos económicos, sociales y ambientales, facilitando su implementación y cumplimiento, estandarizando para todos los países firmantes metodologías de aplicación y fechas exactas para rendir cuentas a la conferencia de las partes, en donde se deben cumplir con las fechas establecidas para cambiar o eliminar tanto procesos como productos que afectan negativamente la salud humana y el ambiente por la utilización de mercurio.
- La enfermedad de Minamata y las lecciones aprendidas de la contaminación que presentó la empresa Chisso en la bahía de Minamata dieron origen a la creación de un instrumento de la gestión ambiental que se aplicara internacionalmente, los efectos tóxicos en la salud humana y los recientes estudios de la contaminación por mercurio dieron apoyo a la iniciativa de crear el Convenio de Minamata, por su parte los casos actuales de contaminación y daños a la salud por mercurio hicieron que se unieran muchos países y por medio de la firma se comprometieran a regular y eliminar la utilización de mercurio.
- Los beneficios ambientales de la implementación y el cumplimiento del Convenio de Minamata se verán reflejados a mediano y largo plazo en orden de que tan efectivas sean las políticas de cada país para regular y prohibir la utilización de mercurio, y que tan estrictos sean los organismos gobernantes de las naciones respecto a los compromisos adquiridos con el convenio, por lo que cada parte debe concentrarse en identificar a los actores principales de la contaminación con mercurio y controlar sus actividades para evitar gradualmente la utilización de este metal pesado.
- La salud humana fue una de las bases para la creación del Convenio de Minamata, este aspecto social es uno de los más importantes para el convenio y los países firmantes, teniendo en cuenta casos de contaminación ambiental que afecta a las personas, se puede ver el caso de la contaminación por mercurio en Minamata - Japón, en donde se dio origen a la enfermedad de Minamata, se puede ver que los beneficios ambientales y sociales se relacionan haciendo que la manera más eficaz de proteger a la población es cuidando el medio ambiente de la contaminación antropogénica por mercurio, la salud en el trabajo juega un papel importante por lo que es necesario que las empresas se comprometan y los gobiernos de cada nación firmante sean estrictos con la prohibición del uso de este metal pesado en sus procesos, siendo una solución preventiva que de paso controlará los desechos de mercurio liberados al medio ambiente por parte de estas actividades.

- Una gran cantidad de países han firmado el Convenio de Minamata, entre estos potencias mundiales como Estados Unidos y China, esto hará que los mercados que incluyen mercurio dentro de sus partes o procesos, van a perder una gran cantidad de productores, exportadores e importadores de este metal pesado y sus compuestos incluidos en productos, por lo que la forma del convenio y cumplir con sus lineamientos logrará integrar un nuevo mercado libre de mercurio, los países restantes que no se han unido al este instrumento internacional no tendrán muchos compradores o proveedores de este metal pesado por lo que al cabo de un tiempo verán más rentable y como puerta a muchos mercados el unirse al compromiso de no utilizar mercurio.
- La inclusión de la industria de minería de oro informal en el Convenio de Minamata es fundamental para que los países latinoamericanos logren cumplir con el convenio y obtener resultados que satisfagan el objetivo del convenio, en el caso de Colombia se abarca el principal problema de contaminación por mercurio en el país, y con esto a una gran cantidad de empresas que se encargan de explotar y amalgamar el oro con mercurio sin tener cuidado de las liberaciones de este metal pesado que se hacen al medio ambiente sin ningún tipo de control.
- Colombia ha mostrado un gran compromiso con el cumplimiento de los lineamientos del Convenio de Minamata, desde el año en que se firmó el convenio, Colombia inició a planificar estrategias y leyes para hacer del cumplimiento de los compromisos adquiridos una realidad, aunque hay gran expectativa detrás de los cambios que Colombia pueda realizar para cumplir en los plazos estipulados en el convenio, se necesita que el convenio no solamente se vea como un compromiso a cumplir, sino como el camino a un futuro sin contaminación antropogénica de mercurio que garantice una mejor calidad de vida de los habitantes de cada país firmante.
- La políticas de Colombia respecto al uso de mercurio deben cambiar de acuerdo a lo firmado en el Convenio de Minamata y se deben crear más con el fin de satisfacer el objetivo de este en el tiempo establecido, para facilitar la implementación y el cumplimiento de los compromisos adquiridos en este instrumento internacional, además de que estas se deben apoyar en aspectos y planificación socio ambiental y así evitar los impactos negativos en la población que depende económicamente de industrias y procesos basados en mercurio, disminuyendo y eliminando progresivamente la contaminación por mercurio en el país.
- Al cumplir los compromisos adquiridos en el Convenio e Minamata, Colombia logra entrar en la lista de países comprometidos con el medio ambiente por medio de la búsqueda de la prohibición del uso del mercurio, los países que entran en el convenio y cumplen sus compromisos mantienen sus mercados libres de mercurio y limitan los mercados de quienes no cumplan con el convenio ya que

la prohibición en la exportación e importación del mercurio es uno de los aspectos más relevantes tratados en el convenio, haciendo que el mercado de mercurio cada vez sea menor y en algún momento ya no haya quien utilice este metal pesado.

## RECOMENDACIONES

Buscando la mejora continua y la actualización del tema, se deben tener en cuenta ciertas recomendaciones para continuar con el tema abordado y poder profundizarlo más, luego de que el Convenio de Minamata entre en vigor, se deben analizar las acciones que se esté llevando a cabo así como proponer que se puede cambiar para cumplir satisfactoriamente con el convenio, así mismo se deben hacer consideraciones sobre el avance que haya obtenido el convenio y si las acciones realizadas por Colombia son las pertinentes para el objetivo del convenio.

Un campo del convenio a estudiar son los resultados cuantitativos que se presenten al entrar en vigor el convenio y a medida que este vaya avanzando, así poder demostrar si la gestión realizada para dar cumplimiento al convenio es la adecuada y en el caso que no lo sea que cambios faltan por realizarse para lograr el objetivo del convenio.

La búsqueda de fuentes documentales tras la implementación del convenio en otros países puede dar información acerca de que tan acertados han sido los cambios y las políticas colombianas para el control y regulación del mercurio, además se puede tomar ejemplo que las acciones realizadas por los otros países firmantes para complementar lo realizado en Colombia.

Existe un amplio vacío de información respecto a los efectos ambientales y los causados en animales por la contaminación por mercurio, se deben hacer estudios cuantitativos y cualitativos para determinar el daño general que se hace actualmente con mercurio en el medio ambiente y así tener bases para demostrar al cabo del tiempo necesario para que el Convenio de Minamata entre en vigor, que mejoras se han hecho y como ha cambiado y mejorado el medio ambiente tras la eliminación del uso del mercurio.

## BIBLIOGRAFÍA

- 67.<sup>a</sup> ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD. Repercusiones de la exposición al mercurio y a los compuestos mercuriales en la salud pública: la función de la OMS y de los ministerios de salud pública en la aplicación del Convenio de Minamata. 2014. Punto 14.5 del orden del día.
- ACUÑA, Isaías. La política ambiental en los planes de desarrollo en Colombia 1990 – 2006. Una visión crítica En: Revista Luna Azul. No. 22. 2006.
- AGAMEZ, Johnny. Valoración del riesgo de contaminación con mercurio por el consumo de pescado en poblaciones pesqueras de Santa Ana y La Boquilla (Costa Atlántica Colombiana). Cartagena de Indias. 2015.
- AGENCIA DE NOTICIAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Los Buenos Oficios de Álcalis. [sitio web] [consultado en 27, enero, 2017]. Disponible en: <http://historico.agenciadenoticias.unal.edu.co/matices/ediciones/29/3.html>
- ÁLVAREZ, Ana. Retos de América Latina: Agenda para el Desarrollo Sostenible y Negociaciones del Siglo XXI En: Revista Problemas del Desarrollo, 186(47). 2016.
- ARANA, Marco. Gestión del agua en contexto de cambio climático y conflictividad ambiental. 2014.
- ARIAS, Laura; CASTAÑO, Jairo; URIBE, Ana. Condiciones sociodemográficas, laborales y de salud en las personas expuestas a mercurio de forma ocupacional y no ocupacional en los municipios de Segovia y Remedios en el departamento de Antioquia durante el segundo semestre del año 2013 y el primer semestre del año 2014. Medellín: Universidad de Antioquia. 2014.
- ARTIME, Miguel. ¿Cuántos países hay en el mundo? [sitio web] [consultado en 12, febrero, 2017]. Disponible en: <https://astroseti.org/miscelanea/archivo/cuantos-paises-hay-el-mundo/>
- ARTUZ, Luis; MARTÍNEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias de curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomas. 2011.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE EMPRESAS DE MEDICINA INTEGRAL. Cifras e indicadores del sistema de salud. 2013.
- BELLO, Italo. Contenido de mercurio en Atún enlatado de empresas de la ciudad de Manta, provincia de Manabí (Ecuador). VirtualPro. No. 179. ISSN: 1900-6241. 2016.



BERREZUETA, E.; CASTROVIEJO, R.; PANTOJA, F.; ÁLVAREZ, R. Estudio mineralógico y cuantificación por análisis digital de imagen de las menas auríferas de Nariño (Colombia). Aplicación a la mejora del proceso mineralúrgico En: Boletín Geológico y Minero. 113(4). 2002. p. 369 – p. 379. ISSN 0366-0176.

BUSTOS, Carlos; CHACÓN, Galia. El desarrollo sostenible y la agenda 21. Revista de estudios interdisciplinarios en Ciencias Sociales. Vol. 11 (2). p. 164 – p. 181. 2009. ISSN 1317-0570.

CABRERA, Mauricio; ESPÍTIA, Jorge; GARAY, Luis; FIERRO, Julio; NEGRETE, Rodrigo; PARDO, Luis; RUDAS, Guillermo; VARGAS, Fernando. Minería en Colombia. Fundamentos Para Superar el Modelo Extractivista. 2013.

CANO, Santiago. Contaminación con mercurio por la actividad minera. Instituto Nacional de Salud. Biomédica. Vol. 32. No. 3. Bogotá D.C. 2012.

CÁRDENAS, Vivian. Gestión Ambientalmente Racional de Mercurio: Análisis de la Aplicabilidad del Convenio de Minamata en Honduras. 2014. PROGRAMA LÍDERES EN SALUD INTERNACIONAL EDMUNDO GRANDA UGALDE (PLSI) 2013.

CASAS, Isabel; GÓMEZ, Elidier; RODRÍGUEZ, Lina; GIRÓN, Sandra; MATEUS, Julio. Hacia un plan nacional para el control de los efectos del mercurio en la salud en Colombia En: Biomédica. No. 35. 2015.

CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA-CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Lista de Productos Con Mercurio [sitio web] [consultado en 7, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/es/mercurio/proyecto/lista/>

CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.

CHAIZE, Thomas. La Producción de oro en el mundo 2009. 2009

CHEN, Zueng. New Solutios to Soil Pollution and Distribution, Bioavailability and Management of Heavy Metals. 2007.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. TRAMITE EN SENADO DE LA REPÚBLICA [sitio web] [consultado en 14, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.senado.gov.co/az-legislativo/proyectos-de-ley>

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Proyecto de Ley No. 158 de 2016 “Por medio de la cual se aprueba el <<Convenio de Minamata Sobre el Mercurio>>, Hecho en Kumamoto, Japón, el 10 de Octubre de 2013.2016.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL. 2006. Citado por ARTUZ, Luis; MARTÍNEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias de curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomas. 2011.

CRESPO, María. HERCULANO, Anderson. CORVELO, T. DO NASCIMENTO, José. Mercurio y Neurotoxicidad En: Revista de Neurología. 2005

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Reestructuración Alcalis de Colombia. 1991.

DOADRIO, Antonio. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio En: Anal. Real Acad. Nac. Farm. 2004, 70: p933 - p959.

EL PAÍS. Adiós al termómetro de mercurio [sitio web] [consultado en 21, febrero, 2017]. Disponible en: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2007/07/10/actualidad/1184018404\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2007/07/10/actualidad/1184018404_850215.html)

EL UNIVERSO. Alrededor de 140 países firman la "Convención Minamata" sobre mercurio [sitio web] [consultado en 8, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2013/10/11/nota/1567631/alrededor-140-paises-firman-convencion-minamata-sobre-mercurio>

ESCHENHAGEN, Luisa. Evolución del concepto “desarrollo sostenible” y su implantación política en Colombia En: INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales. No. 11. 1998.

ESCOBAR, Mariana. La Cruzada Global Contra el Mercurio. [sitio web] [consultado en 21, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/cruzada-global-contra-el-mercurio-articulo-452984>

ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Actualización 2007. No. C056. 001. BID/CED, 2002.

ETO, Komyo. Pathology of Minamata Disease. Kumamoto: National Institute for Minamata Disease. Toxicologic Pathology. Vol 25. N° 6. p. 614 – p. 623. 1997.

EVERS, David; KEANE, Susan; BASU, Niladri; BUCK, David. Evaluating the effectiveness of the Minamata Convention on Mercury: Principles and recommendations for next steps En: Science of the Total Environment. 2016.

FERERES, José; CARMONA, Manuel. Boletín Informativo del Aula de Educación Ambiental. Madrid: Hospital Clínico San Carlos. N°50. 2011.

GAIOLI, Marisa; AMOEDO, Diego; GONZÁLES, Daniel. Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Arch. Argent. Pediatr. 2012. 110(3):259-264 / 259.

GARCÍA, Francisco; GARCÍA, A; GOMEZ, C; VEREDA, C; RODRÍGUEZ, José. El Mercurio. Situación Actual, Problemas y Soluciones. Universidad de Málaga. 2010.

GARCÍA, J.A.; FERRIS, J.; ANDREU, J.A.; MACÍAN, Marco; GARCÍA, J.; CONESA, A.; ORTÍ, A.; PALACIOS, E.; MOLINA, F.; LORENTE, D. Hospitales sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. 2003.

GARCIA, Lisy; MARRUGO, José; ALVIS, Erasmo. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 2010. 28(2): 118-124.

GARZÓN, Jennyfer; RODRÍGUEZ, Juan. Gestión Ambiental de Aguas Residuales Industriales con Mercurio Proveniente de la Minería Aurífera a Nivel Mundial: Estado del Arte. Rev. Univ. Salud. 2015. 17(1):132-144.

GASCA, Adriana. Environmental Exposure to Mercury in Gold Mining: Health Impact Assessment in Guainía, Colombia. Revista Salud Pública. 2(3). p. 233 – p. 250. 2000.

GODOY, Emilio. El mercurio sigue suelto en América Latina [sitio web] [consultado en 7, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.boletinecologico.org/el-mercurio-sigue-suelto-en-america-latina/>

GRANADOS, Joaquín. Riesgos del mercurio para la salud. 2013.

GUIZA, L; ARISTIZABEL, JD. Mercury and Gold mining in Colombia: a failed state. Universitas Scientiarum. 2013. 18(1). p. 33 – p. 49. Citado por GARZÓN, Jennyfer; RODRÍGUEZ, Juan. Gestión Ambiental de Aguas Residuales Industriales con Mercurio Proveniente de la Minería Aurífera a Nivel Mundial: Estado del Arte. Rev. Univ. Salud. 2015. 17(1):132-144.

HOSPITAL GENERAL SAN FELIPE. Actualidad [sitio web] [consultado en 21, febrero, 2017]. Disponible en: [http://hospitalsanfelipe.salud.gob.hn/?page\\_id=86hn](http://hospitalsanfelipe.salud.gob.hn/?page_id=86hn)

HU, Hiu; JIN, Qian; KAVAN, Philip. A Study of Heavy Metal Pollution in China: Current Status, Pollution-Control Policies and Countermeasures. Sustentability. ISSN 2071-1050. 2014

ICONTEC INTERNACIONAL. Compendio HSEQ. Bogotá D.C. 2015. I.C.S.: 03.120.10; 01.040.03.

IDROVO, Alvaro; MANOTAS, Luis; VILLAMIL, Gladys; ORTIZ, Jaime; SILVA, Elizabeth; ROMERO, Saúl; AZCÁRATE, Carlos. Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guainía (Orinoquia colombiana). *Biomédica*. 2001. 21. p. 134 – p. 141.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. MERCURIO. En: <[http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2003\\_04/MERCURIO03.pdf](http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2003_04/MERCURIO03.pdf)> 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. Cortinas de Nava, C. 1999

ISOTOOLS EXCELLENCE. ISO 14001:2015. Cambios y Novedades.2015.

Jasinski. 1995. Citado por JIMÉNEZ, Angélica. Interacción del mercurio con los componentes de las aguas residuales. *Manizales*. 2005.

JIMÉNEZ, Angélica. Interacción del mercurio con los componentes de las aguas residuales. *Manizales*. 2005.

KESSLER, Rebecca. Convenio de Minamata sobre el Mercurio En: *Salud pública de México*. 2014. Vol. 56 Issue 1, p85-92. 8p. 5 Black and White Photographs.

KIRK; OTHMER. 1967. Citado por RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. *La Gaceta Ecológica*. 2004.

LASTRA, Roberto. Degradación medioambiental como consecuencia del conflicto armado en Colombia. *LEGEM*. Vol. 3. No. 1. ISSN: 2346-2787. 2015. p. 59 - p. 70. LEFF, Enrique. *CULTURA DEMOCRÁTICA, GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA*. En: *Ecología Política*. 1993. No. 4. p. 47 – p. 55.

LEFF, Enrique. Ambiente y Articulación de Ciencias En: *Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo*, Citado por LEFF, Enrique. *CULTURA DEMOCRÁTICA, GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA*. En: *Ecología Política*. 1993. No. 4. p. 47 – p. 55.

Legiscomex Citado por MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA; UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Estudio de la cadena del mercurio en Colombia con énfasis en la actividad minera de oro. 2014.

LENNETT, David. GUTIERREZ, Richard. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO, Manual de ratificación y aplicación. 2014.

LIJÓ, José; SOTOMAYOR, Juan. ¿Y EL MERCURIO DONDE ESTA? Acerca de la sorción química y especiación del Mercurio y sus compuestos en la producción de petróleo y gas. 2009.

LOZANO, Rolando. Fundamentos del desarrollo sostenible En: Revista VIRTUALPRO. Procesos Industriales, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible. No. 52. 2006. ISSN 1900-6241.

MERCURY WATCH. [sitio web] [consultado en 7, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.mercurywatch.org/>

MERCURY WATCH. [sitio web] [consultado en 7, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.mercurywatch.org/Default.aspx?PaneName=DATABASE>

MICHEL, Reynaldo; IZETA, Ana; MARÍN, Salvador; RIVAS, Rubén; MORALES, María. Adiós, Mercurio Adiós... Razones Por Las Que Hay Que Decir Adiós Al Mercurio. Ciudad De México: Hospital Central Militar. Rev. Sanid Milit Mex. 2014. 68(4) Jul.-Ago.: 238-240.

MINAMBIENTE COLOMBIA. MINAMBIENTE. MINAMBIENTE. [sitio web] Colombia 2016 [Consultado 2, Noviembre, 2016]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2499-minambiente-radica-proyecto-de-ley-sobre-uso-del-mercurio-en-el-congreso>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. ISBN 958-97785-2-6.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Bogotá D.C., Colombia, 2007.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA; UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Estudio de la cadena del mercurio en Colombia con énfasis en la actividad minera de oro. 2014.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE COLOMBIA. Manual de Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.: María Carolina Casas Méndez, 2002. p. 7.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DE PERÚ. POR LA RATIFICACIÓN DEL CONVENIO DE MINAMATA. Por un uso responsable del mercurio. 2015.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE JAPÓN. Enseñanzas de la Enfermedad de Minamata y el Manejo del Mercurio en Japón (traducción provisional). 2013.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA; UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. ESTUDIO DE LA CADENA DEL MERCURIO EN COLOMBIA CON ENFASIS EN LA ACTIVIDAD MINERA DE ORO. 2014.

MORA, María de los Ángeles. La preocupación por la naturaleza, ¿un proceso natural para la política pública? Cómo promover que los temas vinculados con el desarrollo sostenible sean considerados en las agendas ambientales de las ciudades En: OPERA - Observatorio de Políticas, Ejecución y Resultados de la Administración Pública. Colombia. ISSN 1657-8651.

MORENO, Adriana. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN COLOMBIA, ENMARCADO EN EL PROGRAMA 21 DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Bogotá D.C. Fundación Universidad de América. 2013.

MOSQUERA, Federico; TRUJILLO, Fernando; CAICEDO, Dalila; MARTINEZ, Sindy. Indicios de Biomagnificación de Mercurio Total (Hg) en las Especies del Genero Inia (Cetartiodactyla: Iniidae) en los Ríos Amazonas y Orinoco (Colombia). 2015. Universidad de la Amazonia: Momentos de Ciencia. N° 12 (2). P. 88 – p. 92.

NACIONES UNIDAS. Programa 21: Capítulo 1. [sitio web] [consultado en 25, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter1.htm>

NACIONES UNIDAS. Programa 21: Capítulo 19. [sitio web] [consultado en 25, enero, 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter19.htm>

NOVO, María. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible En: Revista de Educación, número extraordinario. 2009. p. 195 – p. 217.

OLIVERO, Jesús. MENDOZA, Claudia. MESTRE, Judith. Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia En: Rev. Saude Pública. 1995. 29(5). 376-9

OLIVERO, Jesus; CABALLERO, Karina; TORRES, Nivis. Assessment of mercury in muscle of fish from Cartagena Bay, a tropical estuary at the north of Colombia.

International Journal of Environmental Health Research. Vol. 19. No. 5. 2009. p. 343 – p. 355.

OSORES, Fernando; ROJAS, Jesús; MANRIQUE, Carlos. Minería informal e ilegal y contaminación con mercurio en Madre de Dios: Un problema de salud pública. 2012.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD; ORGANIZACIÓN PARAMERICANA DE LA SALUD; MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. Taller: Salud en la Implementación de la Convención de Minamata sobre el Mercurio. 2015.

PANTOJA, F.; ÁLVAREZ, R.; RODRÍGUEZ, A.S. Methods to reduce mercury pollution in small gold mining operations En: Revista de Metalurgia. Madrid. 41. 2005. p. 194 – p. 203.

ORTEGA, J; FERRIS, J; LÓPEZ, J; MACIÁN, Marco; GARCÍA, J; CONESA, A; ORTÍ, A; PALACIOS, E; MOLINA, F; LORENTE, D. Hospitales sostenibles (III). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. Vol. 59. No. 3. 2003.

PNUMA. CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO. Texto y Anexos. Estados Unidos. UNEP/CHEMICALS/2014/1/Rev.2. 2013.

PNUMA. El PNUMA en América Latina y el Caribe. Boletín. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2014.

PNUMA. Minamata Convention on Mercury. News. [sitio web] [consultado en 12, febrero, 2017]. Disponible en: <http://www.mercuryconvention.org/News/tabid/3430/lapg-21602/1/Default.aspx>

POSADA, Martha; ARROYAVE, María del Pilar. Efectos Del Mercurio Sobre Algunas Plantas Acuáticas Tropicales. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia: Revista EIA. ISSN 1794-1237. No 6. p. 57-67. 2006.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. 2008.

PROGRAMA DE LA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Módulo 2. El mercurio y la industria. 2008.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

PRÓSPERI, Susana; MOLINA, María; NAJAR, Laura; GUAJARDO, Adriana. Impacto Ambiental Producido por pilas en desuso. Mendoza. 2000.

RAMÍREZ, Augusto. INTOXICACIÓN OCUPACIONAL POR MERCURIO En: An. Fac. med. 2008; 69(1): p. 46 – p. 51.

RAMÍREZ, Mario; GAVILÁN, Arturo; CASTRO, José. La contaminación por mercurio en México. La Gaceta Ecológica. 2004.

REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL. LEY No. 1658 15 JUL 2013. "POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y EL USO DE MERCURIO EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES INDUSTRIALES DEL PAÍS, SE FIJAN REQUISITOS E INCENTIVOS PARA SU REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES". 2013.

REY, Lucia. Metales, Peces y Otros Problemas Mundiales. 2014.

RODRÍGUEZ, Gloria. Conflictos Ambientales Amenazan la Salud de la Población y la Biodiversidad del Planeta. 2007. Barranquilla: Revista de Derecho. N°28. ISSN: 0121-8697.

RODRÍGUEZ, Gloria. Un deshonoroso podio para Colombia [sitio web] [consultado en 21, febrero, 2017]. Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/un-deshonoroso-podio-para-colombia/36270>

SÁNCHEZ, Juan. Metodologías analíticas para la determinación de metales tóxicos en muestras de interés ambiental. Bogotá D.C. 2010.

SANDOVAL, José; LIÉVANO, Juan. COLOMBIA, 20 AÑOS SIGUIENDO LA AGENDA 21 [Recurso Electrónico]. Bogotá D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. ISBN: 978-958-8491-62-2.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Gestión Integral de Residuos Peligrosos. I.Q. Andrea Cortés Salazar. Bogotá D.C. 2008.

SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA. Gestión Ambiental en los Países de la Comunidad Andina. No. 9. 2012. ISSN 1999-236.

TÉLLEZ, Jairo; CARVAJAL, Mary; GAITÁN, Ana. Aspectos toxicológicos relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres. 2003.

TIMARÁN, F; ÁLVAREZ, R; RODRÍGUEZ, A. Methods to reduce mercury pollution in small gold mining operations. Madrid: Revista de Metalurgia. 41. 194-203. 2005.



TORRES, Humberto; TORRES, Camilo. Determinación de cadmio, plomo y mercurio mediante espectrofotometría de absorción atómica (EEA) en las estructuras calcáreas del coral *Diploria clivosa*, del Sotavento de la isla de Barú (Caribe colombiano).

UNEP Global Mercury Assessment, 2013. Citado por CENTRO COORDINADOR CONVENIO BASILEA CENTRO REGIONAL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA AMÉRICA LATÍNA Y EL CARIBE; PNUMA. El Convenio de Minamata Sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe. Uruguay. 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. UNEP. New global treaty cuts mercury emissions and releases, sets up controls on products, mines and industrial plants. 2013.

VEGA, Leonel. GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal. Colombia, Leonel Vega Mora, 2001.

VELÁSQUEZ, Luz. Agenda 21; a form of joint environmental management in Manizales, Colombia. Environment and Urbanization. Vol. 10, No.2, 1998.

VILLANUEVA, Susana; BOTELLO, Alfonso. Metales pesados en la zona costera del golfo de México y caribe mexicano: Una revisión. Rev. Int. Contam. Ambient. 8(1). p. 47 – p. 61. 1992.

WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.

YACUZZI, Enrique. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata. 2008. N. 391. ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea).

ZAMBRANO, Fabián. Principios del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). 2015.

## ANEXOS

## ANEXO A.

### Fuentes y usos del mercurio dependiendo su forma química

FORMA QUÍMICA	FUENTE O USO
Mercurio elemental	Industria cloro-alkalina Amalgamas dentales Minería del oro Equipos eléctricos (baterías, interruptores) Instrumentos
Mercurio Inorgánico $Hg^{2+}$	Equipos eléctricos (baterías) Productos para cuidado de la piel Productos médicos Impregnación de madera
Mercurio Inorgánico $Hg_2^{2+}$	Equipos eléctricos Productos médicos
Mercurio orgánico	Funguicidas Pesticidas Pigmentos (pinturas) Productos médicos

**Fuente:** Jasinski. 1995. Citado por JIMÉNEZ, Angélica. Interacción del mercurio con los componentes de las aguas residuales. Manizales. 2005.

## ANEXO B.

### Medidas de prohibición acordadas en el Convenio de Minamata para Procesos Productivos.

Procesos de fabricación en los que utiliza mercurio o compuestos de mercurio	Fecha de eliminación
Producción de cloro-álcali	2025
Producción de acetaldehído en la que se utiliza mercurio o compuestos de mercurio como catalizador	2018

**Fuente:** PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013.

## ANEXO C.

### Medidas de Prohibición Acordadas en el Convenio de Minamata para Productos con Mercurio Añadido.

Productos con mercurio añadido	Fecha después de la cual no estará permitida la producción, importación ni exportación del producto (fecha de eliminación)
Baterías, salvo pilas de botón de óxido de plata con un contenido de mercurio < 2% y pilas de botón zinc-aire con un contenido de mercurio < 2%	2020
Interruptores y relés, con excepción de puentes medidores de capacitancia y pérdida de alta precisión e interruptores y relés radio frecuencia de alta frecuencia utilizados en instrumentos de monitorización y control con un contenido máximo de mercurio de 20 mg por puente, interruptor o relé	2020
Lámparas fluorescentes compactas (CFL) para usos generales de iluminación de $\leq 30$ vatios con un contenido de mercurio superior a 5 mg por quemador de lámpara	2020
Lámparas fluorescentes lineales (LFL) para usos generales de iluminación: a) fósforo tribanda de < 60 vatios con un contenido de mercurio superior a 5 mg por lámpara; b) fósforo en halofosfato de $\leq 40$ vatios con un contenido de mercurio superior a 10 mg por lámpara.	2020
Lámparas de vapor de mercurio a alta presión (HPMV) para usos generales de iluminación	2020
Mercurio en lámparas fluorescentes de cátodo frío y lámparas fluorescentes de electrodo externo (CCFL y EEFL) para pantallas electrónicas: a) de longitud corta ( $\leq 500$ mm) con un contenido de mercurio superior a 3,5 mg por lámpara; b) de longitud media ( $> 500$ mm y $\leq 1\ 500$ mm) con un contenido de mercurio superior a 5 mg por lámpara; c) de longitud larga ( $> 1\ 500$ mm) con un contenido de mercurio superior a 13 mg por lámpara.	2020
Cosméticos (con un contenido de mercurio superior a 1 ppm), incluidos los jabones y las cremas para aclarar la piel, pero sin incluir los cosméticos para la zona de alrededor de los ojos que utilicen mercurio como conservante y para los que no existan conservantes alternativos eficaces y seguros <sup>1/</sup>	2020
Plaguicidas, biocidas y antisépticos de uso tópico	2020
Los siguientes aparatos de medición no electrónicos, a excepción de los aparatos de medición no electrónicos instalados en equipo de gran escala o los utilizados para mediciones de alta precisión, cuando no haya disponible ninguna alternativa adecuada sin mercurio: a) barómetros; b) higrómetros; c) manómetros; d) termómetros; e) esfigmomanómetros.	2020

**Fuente:** PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Japón. 2013

## ANEXO D.

### Ubicación de Colombia respecto a la cantidad de mercurio importada.

Country	ASM Presence	Min ASM Mercury	Max ASM Mercury	Mean ASM Mercury	Year	Mercury Exported	Year	Mercury Imported	Year	Gold Exported	Year	Gold Imported	Year
Singapore		0	0	0	2010	444.475	2011	567.23	2011	69.094	2011	62.072	2011
Spain		0	0	0	2010	964.924	2010	335.859	2010	282.846	2010	44.589	2010
Hong Kong		0	0	0	2010	422.014	2011	208.178	2011	855.328	2011	584.45	2011
India	Duval (2004); Siddaiah...	1	2	1.5	2010	104.824	2011	187.173	2011	136.629	2011	1081.5	2011
Peru	Brooks et al (2006); fie...	20	100	70	2010	53.469	2011	175.729	2011	350.563	2011	0.15	2011
Guyana	Couture and Lambert, ...	10	20	15	2010	1.828	2003	156.29	2011	9.803	2011	0.023	2011
United States	Weekend Prospector (...)	1	2	1.5	2010	0	2008	154.995	2008	812.111	2008	263.568	2008
Germany		0	0	0	2010	237.661	2011	134.666	2011	226.241	2011	162.267	2011
Portugal		0	0	0	2010	6.752	2011	126.041	2011	14.504	2011	1.932	2011
Panama	Attenborough (1999)	1	2	1.5	2010	82.412	2011	109.187	2011	3.26	2011	0.988	2011
Canada	Basque (1991)	0	2	1	2010	242.062	2011	96.041	2011	348.247	2011	335.7	2011
Malaysia	Priester and Hentsche...	2	5	3.5	2010	2.8	2011	84.201	2011	7.505	2011	65.404	2011
Colombia	Harris (2006); Lacerda...	50	100	75	2010	0.001	2009	84.028	2011	66.52	2011	0.008	2011
Russian Federation	Stepanov and Yusupo...	7	15	11	2010	0.015	2011	73.934	2011	51.619	1998	0.165	1998
Poland		0	0	0	2010	7.155	2011	39.874	2011	3.541	2011	2.352	2011
Australia	APLA (2010)	0	2	1	2010	3.542	2011	38.309	2011	285.828	2011	173.636	2011
Myanmar		0	0	0	2010			34.42	2010				
Netherlands		0	0	0	2010	195.272	2010	30.636	2010	34.851	2010	37.888	2010

**Fuente:** MERCURY WATCH. [En Línea] <<http://www.mercurywatch.org/Default.aspx?PaneName=DATABASE>> [Citado en 07 de febrero de 2017]

## ANEXO E.

### Métodos utilizados para descontaminar el suelo de metales pesados

Tecnología	Descripción
Solidificación/estabilización	Une o encierra físicamente los contaminantes dentro de una masa estabilizada y reduce químicamente el riesgo potencial de un residuo, convirtiendo los contaminantes en formas menos solubles, móviles o tóxicas
Lavado de suelos/ extracción ácida	Usa el principio de que algunos contaminantes se adsorben preferentemente en el porcentaje de finos del suelo. El suelo se suspende en una solución de lavado y los finos son separados de la suspensión, reduciendo por lo tanto las concentraciones de contaminantes en el suelo restante. La extracción ácida utiliza un producto químico extractor, como el ácido hidrocloreídrico o el ácido sulfúrico.
Desorción térmica/retorting (o purificación en retorta)	Aplicación de calor y presión reducida para volatilizar el mercurio del medio contaminado, seguida por conversión de los vapores de mercurio en mercurio elemental líquido, por condensación. Los gases que se desprenden pueden requerir un nuevo tratamiento con dispositivos adicionales de control de la contaminación del aire, tales como unidades de carbón.
Vitrificación	Tratamiento a alta temperatura que reduce la movilidad de los metales al incorporarlos a una masa vítrea químicamente durable y resistente a las filtraciones. El proceso también puede causar que los contaminantes se volatilicen, reduciendo por lo tanto su concentración en el suelo y en los residuos.

**Fuente:** WEINBERG, Jack. Introducción a la contaminación por Mercurio para las ONG. IPEN. 2010.