



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERIA EN RECURSO NATURALES Y AMBIENTALES**

Determinar niveles de contaminación por metales pesados cadmio y mercurio desde la planta de tratamiento de aguas residuales hasta el cauce del río Manta, Manta 2018.

**TESIS DE GRADO**  
PREVIO A LA OBTENCION DEL  
TITULO INGIENERIA AMBIENTAL

**AUTORES:**

ALVARIO MOREIRA VICTORIA MONSERRATE

PICO BRAVO JONATHAN JAIR

**TUTOR:**

Ing. Ángel Pérez Bravo. Mg. G.A

**MANTA, OCTUBRE**

**2018**

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS DE GRADO**

Determinar niveles de contaminación por metales pesados cadmio y mercurio desde la planta de tratamiento de aguas residuales hasta el cauce del río Manta, Manta 2018.

**Tesis presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias Agropecuarias como requisito para obtener el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**

\_\_\_\_\_  
Ing. Yessenia García Montes Mg. Sc  
**DECANA DE LA FACULTAD**

\_\_\_\_\_  
Ing. Ángel Pérez Bravo, Mg. G. A.  
**TUTOR DE TESIS**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**Ing. Xavier Anchundia Muentes. Mg. G.A** \_\_\_\_\_

**Ing. Celio Bravo Moreira, Mg. G.A.** \_\_\_\_\_

**Ing. Rubén Alcívar Murillo. Mg. G.A** \_\_\_\_\_

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Ángel Pérez Bravo certifica haber tutelado la tesis “que ha sido desarrollada por Alvario Moreira Victoria Monserrate y Pico Bravo Jonathan Jair, egresados de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS DE GRADO DEL TERCER NIVEL, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

---

**Ing. Ángel Pérez Bravo, Mg. G. A.**

**130248657-4**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad al tutor y el patrimonio intelectual de los autores, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

---

Victoria Monserrate Alvario Moreira

**CI:** 131420837-0

---

Jonathan Jair Pico Bravo

**CI:** 131381319-6

## **AGRADECIMIENTO**

Es necesario expresar nuestra eterna gratitud a Dios por prestarnos vida para terminar lo empezado, por darnos la luz de esperanza cuando todo parecía perdido, por hacernos comprender que cada logro en el trayecto de nuestras vidas es necesario de sacrificio, disciplina y responsabilidad.

Gracias a nuestros padres, que siempre estuvieron dándonos el apoyo moral y económico, para llegar al principio de nuestros sueños, y a su vez a una de nuestras tantas metas anheladas, que Dios les preste vida para que nos sigan apoyando.

Nuestro máximo agradecimiento al Director de Tesis Ing. Ángel Pérez Bravo, gracias por compartir parte de sus conocimientos con nosotros, gracias por guiarnos y ayudarnos a culminar con éxito nuestro trabajo de tesis, fue un gusto y un placer trabajar con usted.

De igual manera a los honorables Miembros del tribunal, de los cuales recibimos apoyo ilimitado para seguir adelante, prestos para ayudarnos en cualquier duda presentada en nuestro trabajo de tesis.

Damos gracias a los docentes de la Facultad Ciencias Agropecuarias carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambiente que hicieron parte de nuestra vida estudiantil inculcándonos los sacrificios y sufrimientos que debemos pasar para obtener el éxito.

A nuestros compañeros de estudios, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi formación profesional.

A mi hija Amy Analía Coello Alvario, mi niña amada le doy gracias por su existencia, con su alegría y su inocencia es mi inspiración para seguir adelante y culminar con éxito mis objetivos.

A mi madre Sra. Rosa Moreira Moreira por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en mi educación, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, para llegar a la meta deseada, gracias por enseñarme tanto y por darme el consejo necesario para conseguir todos mis objetivos al igual que a mi Padre Sr. Jacinto Alvario Mendoza por su apoyo moral de esto no quiero dejar de agradecer a quien fue mi segundo padre mi hermano Ing. Jorge Alejandro Moreira Moreira sin ti no hubiese llegado a este sueño tan anhelado a mi esposo Sr. Fernando Coello Monserrate por el apoyo incondicional para el termino de mis estudios por acompañarme en cada noche de desvelos que estuvo a mi lado por no dejarme decaer en esta batalla, por confiar en mí y darme alientos para no decaer cuando lo quería hacer . A mis hermanos Cristhian, Willians, María Fernanda, Jacinto y Marcos y como no a mis sobrinos Camilo, Santiago, Maximiliano gracias por apoyarme con lo poco o mucho que tenían a su alcance, gracias por creer en mí.

Son tantas las personas a las que tengo que agradecer, pero pido disculpas por no nombrar a todas, pero gracias a todos por creer en mí y apoyarme de manera directa e indirectamente.

**Victoria Monserrate Alvario Moreira**

## **DEDICATORIA**

Agradecido con mi Dios por la vida que me ha dado, por estar conmigo en cada momento de mi vida universitaria, por darme la fortaleza, la sabiduría, la paciencia, la perseverancia y sobre todo a muchas personas que amo y admiro, que supieron guiarme y ser el soporte durante mi periodo de formación profesional.

A mi padre Ing. José Rosendo Pico Cevallos, por su apoyo incondicional para llegar a la meta deseada, gracias por creer en mí. A mi mami Sra. Grace Liduvina Bravo Intriago, gracias por tantos esfuerzo de muchos años, este objetivo que parecía inalcanzable en momentos duros de nuestras vidas, pero con sus valores y sus acciones día a día, me llenaron de valentía para seguir adelante en mi formación profesional.

A mis hermanos Elvis, Boris y Gema que son pilares en mi vida, mis cuñados Johana Delgado, Carlos Hidalgo, a mis sobrinos Jeico Hidalgo y Bruno Pico que llegaron en el mejor momento de nuestras vidas. Mis tíos Isabel Pico Cevallos y Freddy Triviño Cuenca gracias por su aporte en mi formación universitaria, a mi tía Mabel Bravo Intriago gracias por esos primeros años de estudios, desde el cielo me guía.

De corazón a mi esposa Catherine Dayana Bermeo Ríos y a su familia, gracias mi amor por estos años de estudios eres la luz de mis ojos y a nuestro retoño que lo esperamos con mucho amor.

**Jonathan Jair Pico Bravo**

## **RESUMEN**

En este estudio se realizaron varias actividades que con llevaron a la recopilación, análisis e interpretación de la información de datos del río Manta, a través de un monitoreo de campo que explica los efectos que causan usualmente problemas en la salud, mismos que son constantes sobre todo en los barrios 5 de Junio y 4 de Noviembre.

El trabajo investigativo se lo realizo con un plan de muestreo para determinar los niveles de contaminación por metales pesados cadmio y mercurio, desde la planta de tratamiento de aguas residuales de Manta hasta los sectores contaminados como los barrios mencionados, debido que se evidencia, no tan solo afecta al sector ambiental sino al sector económico. Manta tiene sus zonas costeras de vital relevancia debido a los atractivos natural que posee, sin embargo la preocupación de recuperar este ecosistema que están siendo acabados por las contaminaciones industriales que son lo más contaminantes.

En este documento se presenta el análisis microbiológico de las aguas de este rio con el fin de observar si cumplen o no cumplen con los parámetros de calidad establecidos por la ley para la Prevención y Control de la contaminación ambiental del Ecuador Libro VI de la legislación del TULSMA de acuerdo a estos análisis



## **SUMMARY**

In this study, several activities were carried out that led to the collection, analysis and interpretation of data from the Manta River, through field monitoring that explains the effects that usually cause health problems, which are constant over time. all in the neighborhoods of June 5 and November 4.

The research work was carried out with a sampling plan to determine the levels of contamination by heavy metals cadmium and mercury, from the Manta wastewater treatment plant to the contaminated sectors as the neighborhoods mentioned, because it is evident, it not only affects the environmental sector but also the economic sector. Manta has its coastal areas of vital relevance due to the natural attractions it has, however the concern of recovering this ecosystem that are being finished by the industrial pollutions that are the most polluting.

This documents presents the microbiological analysis of the wáter of this river in order to observe wheter or not its meets the quality parameters established by the law for the Prevention and Control of environmental Pollution in Ecuador Book VI of TULSMA Iesgilation in accordance to te microbiological.

# INDICE

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	II
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY.....	IX
<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 INTRODUCCION.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 EL PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
1.3 CONTEXTUALIZACIÓN.....	6
1.4 ANÁLISIS CRÍTICO.....	7
<b>1.6 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>8</b>
1.6.3 Hipótesis:.....	8
Variables.....	9
Variable Independiente.....	9
Variable Dependiente.....	9
<b>1.7 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Río Manta.....</b>	<b>11</b>
2.1.2 Metales pesados.....	12
2.1.3 Afectación de los metales pesados en la salud.....	13
<b>2.1.4 Cómo estamos expuestos a los metales pesados.....</b>	<b>13</b>

<b>2.1.5 Cómo eliminar los metales pesados de nuestro organismo</b> .....	14
2.2 CADMIO .....	15
2.2.1 Qué es el cadmio.....	15
2.2.2 Cómo se exponen las personas al cadmio.....	16
<b>2.2.3 Cuáles son los cánceres relacionados con la exposición al cadmio</b> .....	16
2.2.4 Efectos del cadmio en las aguas.....	17
<b>2.2.5 Organización mundial de la salud da a conocer el problema del cadmio a la Salud</b> .....	17
2.3 MERCURIO.....	18
2.3.1 Qué es el mercurio.....	18
2.3.2 Cómo se presenta el mercurio en el medio ambiente .....	19
<b>2.3.3 Cómo afecta la forma del mercurio a los seres vivos y al medio ambiente.</b> .....	20
2.3.4 Daños del mercurio tanto la salud como al medio ambiente. ....	22
2.3.5 La contaminación de ríos en el Ecuador por lo metales      cadmio y mercurio	23
2.3.6 Estudio en Ecuador .....	25
2.4 Normativas GAD Manta .....	26
2.5 Normativas establecidas en el TULSMA (LIBRO IV) para la contaminación del recurso agua.....	27
Norma de calidad ambiental y De descarga de efluentes: recurso agua.....	27
Criterios generales para la descarga de efluentes.....	27
1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua. ....	27
2. Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.....	28
TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO .....	28
3. Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina. ....	31
TABLA 12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE .....	32
2.6 Afectación ambiental a la línea costera .....	34
2.7 Afectación visual a la línea costera.....	35
CAPITULO III: METODOLOGIA .....	37
MATERIALES Y METODOS.....	37

3.1 UBICACIÓN.....	37
PUNTOS DE RECOLECCION DE LAS MUESTRAS .....	38
3.2 Plan de Muestreo.....	38
3.3 Materiales .....	39
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUDIONES .....	40
4.1 <b>Descripción</b> .....	40
4.2 <b>Análisis de los Resultados</b> .....	40
CAPITULO : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	45
5.1 Conclusiones .....	45
5.2 <b>Recomendaciones</b> .....	45
CAPITULO VI .....	47
BIBLIOGRAFÍA .....	47

# **CAPITULO I: ANTECEDENTES**

## **1.1 INTRODUCCION**

Hace mucho tiempo los elementos químicos del cadmio y mercurio ha sido usado, pero cuando se dio su uso no se conocía el problema que ocasionaría en un futuro. En la actualidad se conoce que el mercurio es un metal cancerígeno. El incremento de concentración en las aguas de estos compuestos se debe principalmente a contaminación puntual de origen industrial o minero. Los lixiviados de vertederos o vertidos de aguas residuales pueden ser asimismo una fuente de contaminación. Hay que señalar también que en algunos casos existen aguas que sufren un proceso de enriquecimiento natural en metales pesados al atravesar acuíferos formados por rocas que los contienen en su composición.

A pesar de los muchos conocimientos que se tienen sobre lo que provoca o genera el mercurio tanto al ambiente como a los seres vivos, se sigue usando para diferentes procesos, lo que ocasiona mayor peligro siempre y cuando no se usen las preocupaciones adecuadas. Podemos hallar cadmio en la atmosfera, el agua y el suelo como también en grandes cantidades son liberadas al ambiente. A esto también se han estudiado diferentes métodos para eliminar los metales pesados siendo unos mejores que otros, ya sea por su facilidad de aplicación por su costo o por la cantidad de metales que remueve.

Manta es una de las ciudades más progresista de la Provincia de Manabí, es un puerto marítimo, mercante, de funcionamiento permanente, que se encuentra a 25 millas de la ruta marítima Norte-Sur del Océano Pacífico. Tarqui es una parroquia urbana del cantón Manta, la contaminación de las aguas es un problema de gran magnitud y tal vez uno de los más graves dentro de la problemática ambiental. Las situaciones que se presentan y los efectos que están produciendo en varias instancias en los procesos de los ciclos vitales del hombre y en los ecosistemas, son muy significativos.

Los desechos portan elementos degradables y no degradables, tales como metales pesados, desechos orgánicos, grasas, compuestos tensoactivos, y también microorganismos patógenos.

## **1.2 EL PROBLEMA**

La contaminación ambiental es uno de los grandes problemas que enfrenta la humanidad actualmente, que se extiende con mucha mayor rapidez, por la cual el planeta está sufriendo un deterioro causando por diferentes motivos, entre los cuales las mayores causas de este problema son: Los materiales que son desechados al suelo sin control, a los ríos, al drenaje, al aire y al mar, como consecuencia provoca una gran contaminación y un aspecto desagradable en el contexto en donde nos desarrollamos nosotros y todo ser vivo, como en las calles y carreteras repletas de basura, la cantidad de CO<sub>2</sub> que son expulsados por los automóviles y muchos otros desechos que el ser humano produce constantemente (Seven, 2017)

La calidad del agua se puede evidenciar en base a la caracterización determinando así su nivel de contaminación una propiedad con la cual se indica si está o no contaminada, ya que relaciona las propiedades físico-químicas y biológicas. Hay diversos factores que pueden afectar la calidad del agua como por ejemplo: las descargas del alcantarillado sanitario, la contaminación industrial, el uso de cuerpo de agua para la recreación y el uso excesivo de los recursos de agua. A medida que la humanidad buscaba su desarrollo, las descargas de agua residuales, domésticas e industriales empezaron a contaminar el recurso hídrico y a deteriorar los ecosistemas. (Alcivar, 2015)

Los recursos hídricos que tienen relevancia en la zona rural del cantón Manta son las aguas freáticas y los acuíferos, que sirven para el consumo humano de alrededor de 20 pueblos entre San Mateo y San Lorenzo. (Andrade & Hernández, 2010)

Debido a que el cantón Manta se ubica en la costa pacífica central de la provincia de Manabí, constituyéndose en términos costeros en la “Bahía de Manta” en el Océano Pacífico, dándole una ubicación estratégica que le permite ser considerado como uno de los principales puertos del país. Por la presencia de la Cordillera Chongón Colonche todos los ríos que atraviesan el Cantón Manta (Pacocha, San Lorenzo, Piñas, Cañas, Ligüique, Manta, Burro y Muerto) son de régimen pluvial, marcadamente estacionales e intermitentes en cuanto al volumen de agua de transporte. GAD MANTA (2012-2020)

La contaminación en los ríos de Manta ha disminuido, según las autoridades, sin embargo, nuevos problemas han surgido y otros se mantienen.

En los últimos años el río Manta ha presentado fuertes problemas de contaminación provocados por vertederos clandestinos y el manejo inadecuado de los sistemas de alcantarillado sanitario, lo que incide en que se realicen descargas de aguas residuales al cauce del río Manta.

### **1.3 CONTEXTUALIZACIÓN**

El mercurio y el cadmio son usados en todo el mundo muchas veces para facilitarnos al realizar actividades en acumuladores eléctricos de níquel-cadmio recargables. Es componente de aleaciones de bajo punto de fusión. Se emplea en aleaciones de cojinetes, con bajo coeficiente de fricción y gran resistencia a la fatiga. Se utiliza mucho en electrodeposición: recubrimiento de rectificadores y acumuladores, El mercurio elemental es un metal blanco plateado brillante, en estado líquido a temperatura ambiente, que normalmente se utiliza en termómetros y en algunos interruptores eléctricos pero también muchas veces no se toman las precauciones para depositar los metales ocasionando gran problema al ambiente y al ser vivo.

En el país actualmente se tienen políticas para el bien de la naturaleza, para evitar en la medida de lo posible su uso, regularlo o que tenga una disposición adecuada, aunque muchas de las industrias mineras no cumplen, por más de una década los

mineros artesanales usan mercurio en la extracción de oro de la zona del río Namírez, al nororiente de Zamora Chinchipe.

En la ciudad de Manta hay muchas industrias las cuales vierten sus aguas residuales hacia cuerpos receptores donde muchas veces no tienen tratamientos adecuados, y desembocan directamente a barrios ale daños donde están ubicados el río burro y río Manta

#### **1.4 ANÁLISIS CRÍTICO**

El informe pretende evidenciar la presencia negativas en el río Manta en vista de que se ha determinado del mercurio y cadmio en la salud humana y en el ambiente. Se mencionan las enfermedades que causa el mercurio y el cadmio cuando las personas entran en contacto con ellas, ya sean en dosis altas o en contacto permanente.

La eliminación de aguas residuales sin tener un tratamiento adecuado produce impactos ambientales negativos y una de las industrias que genera un alto grado de contaminación, es industria pesquera, sus efluentes proceden del área de proceso, tradicionalmente son tratadas mediante procesos físicos, físico-químicos y químicos convencionales tales como: filtración, sedimentación, adsorción con carbón activado, coagulación, floculación, cloración, por tratamiento biológico (lodos activados); entre otros.

#### **1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente estudio tiene por finalidad evidenciar la presencia de los metales pesados cadmio y mercurio en el cauce de río Manta desde el vertido de las aguas residuales tratadas por la planta de tratamiento la petar Manta hasta confluencia con el río burro antes de sus desembocadura en el mar, en el periodo de estudio propuesto.



## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL.**

Analizar metales pesados cadmio y mercurio de agua residuales de la poza de oxidación activa en Manta, con descarga a la desembocadura del río Manta.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Determinar mediante análisis de laboratorio de residuos de cadmio y mercurio presentes en el cauce del río Manta y a la salida de la planta de Tratamiento.
- Conocer los impactos que ocasiona esta contaminación en el ecosistema y la salud.
- Comparar los resultados obtenidos con límites permisibles de residuos emitidos con los límites permisibles del TULSMA.

### **1.6.3 Hipótesis:**

Existen cadmio y mercurio en el cauce del río Manta y en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Manta

## **Variables**

### **Variable Independiente**

Metales pesados Cadmio (Cd), Mercurio (Hg).

### **Variable Dependiente.**

- Contaminación al cauce del río Manta.

## **1.7 JUSTIFICACIÓN**

La contaminación marina es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre. Un 90% de los contaminantes es transportado por los ríos al mar. otro lado, entre un 70% y 80% de la población mundial (aproximadamente 3.6 billones de personas); se ubica en las costas o cerca de ellas, especialmente en zonas urbanas, donde una parte importante de los desechos que allí se producen se deposita directamente en el océano (Penuma, 2005)

En los ríos que desembocan en el mar se origina cerca del 80% de los contaminantes que afectan las franjas costeras. Los ríos tienen la particularidad de concentrar los contaminantes que captan en las cuencas algunos puntos clave en la costa marina, donde precisamente existen ecosistemas altamente sensibles. (Basso, M.C Cerrella E. G & Cukierman, A.L, 2002)

Una de las características que marcan su topografía, es la presencia de dos cauces naturales que atraviesan la ciudad de este a oeste, el Burro y el Manta, lo que determina cortes perpendiculares de consideración. Durante el invierno, cuando las lluvias son abundantes, el río presenta caudal importante que es capaz de desembocar en el océano pacífico. (M., Julio 2015)

El río Manta es uno de los más influyentes en el perímetro urbano debido a que atraviesa vías urbanas de gran importancia para la circulación vial del cantón. El aparecimiento del fenómeno El Niño y los fuertes aguaceros originaron directa e

indirectamente la formación de varias fuentes de contaminación esto provocó que el río Manta se desbordara, pero esto a su vez destruyó los muros que contiene

En virtud de lo anterior puesto es menester, conocer mediante un estudio técnico la presencia y los niveles en que se puedan encontrar el cadmio y el mercurio en el cauce del río Manta ya que su existencia implica la aportación de elementos contaminantes al mar y sus consecuente dispersión, situación que implica el incremento de las cargas contaminantes y consecuentemente la afectación de la línea costera.

Esto provocó que grandes masas de aguas servidas y desechos inundaran los cauces de los ríos y, en consecuencia, las aguas del mar; a partir de entonces la playa comenzó a mostrar signos de contaminación. (Sanchez, 2006)

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Río Manta**

Nace en el Sitio San Juan del Cantón Manta, tiene una longitud de 10963 metros, hasta la desembocadura en la playa de Tarqui del Cantón Manta, primero tiene un recorrido de 10208 metros, atravesando los siguientes barrios; Sitio San Juan, Laguna de Oxidación, Abdón Calderón, Jacob Vera, 15 de septiembre, 5 de Junio, Riberas del río, 4 de Noviembre, 8 de Enero, Ensenadita. Existe un tramo de 755 metros que se une con el cauce del Río Burro hasta la desembocadura en la playa de Tarqui. (M., Julio 2015)

Con el interés de conocer la situación actual que se vive en las riberas del Río Manta se inició al recorrido desde la Avenida de la Cultura, en el cual se pudo estimar diferentes tipos de contaminación. Este río no presenta un caudal permanente, sus aluviales tienen predominio de sedimentos finos y sus cursos están contaminados por la presencia de descargas directas domésticas. El río se encuentra contaminado por descargas domésticas, pero principalmente por la planta de tratamientos de aguas y sus aguas con altas concentraciones de sales en disolución. (Penuma, 2005)

Se aprecia el flujo importante proveniente de la descarga de las aguas tratadas por la planta de tratamiento de aguas. Se observaron descarga de colectores de aguas

lluvias, que tiene presencia de aguas servidas domiciliarias debido a que existen viviendas que se han conectado irregularmente sus descargas de aguas servidas a los colectores de aguas lluvias. Localmente hay presencia de malos olores debido a las aguas domésticas, desperdicios de basura y proveniente de las lagunas de tratamiento.

Otro tipo de contaminación que se visualizó son los desechos domésticos que son causados por los habitantes en las riberas del Río Manta, lo que produce que el efluente contenga niveles de contaminación elevada.

En la unión del Río Manta con el Río Burro, este desemboca directamente al mar, el agua fluye del Río Manta con coloración verdosa. En Tarqui a altura del monumento del pescador, atrás del patio de comida, existe una descarga de aguas negras y pudimos observar cómo este efluente era descargado directamente, generando malos olores y molestias para las personas que circulan por ese sitio. (M., Julio 2015)

### **2.1.2 Metales pesados**

Son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios.

Los metales pesados son, en general, tóxicos para los seres humanos, y además su característica de ser bioacumulativos (no pueden ser eliminados por el cuerpo) provoca que las concentraciones permitidas en el agua de consumo humano ya que estas son muy pequeñas. (Torres, 2012)

Hay que señalar que la presencia de estos elementos es muy poco habitual y de aparecer lo hacen mediante trazas, es decir, en concentraciones muy por debajo del límite legal estipulado para aguas de consumo humano.

Como fuente de abastecimiento se utilizan, siempre que sea posible, captaciones que en origen cumplen con el límite de concentración establecido por la legislación vigente al respecto. Sin embargo, existen zonas en la que esto no puede hacerse, debido a la presencia generalizada de una concentración elevada de algún metal pesado en las aguas subterráneas - superficiales de ese área. En esos casos se realiza un tratamiento secundario permitido por la autoridad sanitaria que elimine el metal. (FACSA, 2015)

### **2.1.3 Afectación de los metales pesados en la salud**

El término “metal pesado” no está muy bien definido. A veces, se utiliza como criterio de densidad para determinar si un metal es pesado o no. Otras veces, el número atómico y el peso atómico son los criterios empleados. Básicamente, son un grupo de elementos químicos cuya densidad es superior a cinco gramos por cm<sup>3</sup>.

Es muy importante dejar claro que no todos los metales pesados son tóxicos. Además, muchos son esenciales para la salud del ser humano en bajas concentraciones ya que permiten a nuestro cuerpo funcionar bien. Es el caso del cobalto, del hierro, del zinc, entre otros. Sin embargo, una concentración elevada de estos metales pesados en nuestro organismo es a menudo perjudicial (Magazine, 2018).

### **2.1.4 Cómo estamos expuestos a los metales pesados**

Con el desarrollo tecnológico, el consumo masivo y la enorme producción de desechos, la presencia de los metales pesados es increíblemente importante en el ambiente.

- **Agua**

Debido a una descontaminación insuficiente del agua o a las tuberías de plomo, tal vez estemos ingiriendo a diario metales pesados a través del agua que bebemos, con la que nos duchamos, limpiamos o cocinamos.

- **Aire**

El aire que solemos respirar está contaminado por la industria, la combustión de los coches. Los metales pesados se acumulan en el aire en forma de partículas que respiramos o que se incorporan a nuestro organismo por la piel.

- **Alimentos**

En agricultura o ganadería se utilizan productos nocivos que transportan metales pesados, lo que contamina plantas, verduras, frutas, carnes e incluso pescados. (Magazine, 2018)

### **2.1.5 Cómo eliminar los metales pesados de nuestro organismo**

Los metales pesados no se pueden eliminar del todo del organismo. La mejor manera de protegerse de ellos es simplemente reducir la exposición. Por ejemplo, viviendo en el campo lejos de la contaminación urbana o consumiendo alimentos ecológicos u orgánicos. Sin embargo, ciertos alimentos pueden ayudar a reducir o eliminar algunos metales pesados:

- **Cilantro:** ayuda a eliminar mercurio o plomo.
- **Brócoli:** estimula el proceso natural depurativo de nuestro cuerpo y la eliminación de tóxicos.
- **Alga Chlorella:** tiene un potente efecto desintoxicante de los metales pesados y de más sustancias dañinas.
- **Zeolita:** elimina los metales pesados del organismo, limpiando la sangre, el estómago, los sistemas linfático y glandular.

Es importante consumir alimentos que ayudan a eliminar los metales pesados tóxicos y evitar situaciones de riesgo para preservar tu salud. (Magazine, 2018)

## **2.2 CADMIO**

### **2.2.1 Qué es el cadmio.**

El cadmio es un elemento natural que se encuentra en la corteza terrestre. Todos los suelos y las rocas, entre ellos el carbón y los fertilizantes minerales, contienen algo de cadmio. La mayor parte del cadmio que se usa en Estados Unidos se extrae durante la producción de otros metales tales como zinc, plomo y cobre. El cadmio no se corroe con facilidad y se ha usado para fabricar baterías, pigmentos, revestimientos de metal y plásticos.

Es relativamente raro en la naturaleza se asocia al zinc. Es de color blanco ligeramente azulado. Peso atómico 112 y densidad relativa 8. Tiene ocho isótopos estables y presenta once radioisótopos inestables de tipo artificial.

Naturalmente no se encuentra en estado libre y la greenockita (sulfuro de cadmio) es el único mineral de cadmio. Casi todo el que se produce es obtenido como subproducto de la fundición y refinado de los minerales de zinc. Estados Unidos, Canadá, México, Australia, Bélgica, Luxemburgo y República de Corea son productores importantes. (Arthington, 2013)

La presencia del cadmio en el medio ambiente se debe a actividades volcánicas, incendios forestales y erosión de las rocas (Madeddu, 2015), pero según Cabot, Poschenrieder & Barcelo (2008), el cadmio proviene principalmente de fuentes antropogénicas:

- Emisiones al aire de incineradoras, quema de combustibles fósiles, fundiciones metálicas y de industrias relacionadas con manufactura de aleaciones, baterías y estabilización de plásticos.
- Combustión de carburantes fósiles.



- Utilización en la agricultura de lodos, fertilizantes y pesticidas que contengan cadmio.

El cadmio posee una dispersión ambiental muy elevada dentro de los metales pesados ya que tiene una relativa solubilidad de sus sales e hidróxidos, que lo convierten en un contaminante cosmopolita, llegando a causar un importante impacto ambiental (Ruíz, 2013).

Así mismo, Ramírez (2012), especifica que el cadmio posee las características.

### **2.2.2 Cómo se exponen las personas al cadmio**

La exposición al cadmio ocurre en su mayoría en los lugares de trabajo donde se fabrican productos con cadmio. Las principales rutas de exposición ocupacional son la inhalación del polvo y los gases y la ingestión accidental de polvo de las manos, cigarrillos o alimentos contaminados.

La exposición de la población general se produce al respirar humo de tabaco o consumir alimentos contaminados con cadmio, la cual es la fuente principal de exposición al cadmio en personas no fumadoras. La expansión de la industria de reciclado de baterías de níquel y cadmio (Ni-CD) es también una posible fuente de exposición. (NIH, 2015)

### **2.2.3 Cuáles son los cánceres relacionados con la exposición al cadmio**

La exposición ocupacional a diferentes tipos de compuestos de cadmio está relacionada con un mayor riesgo de muerte por cáncer de pulmón. (NIH, 2015)

Otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por el Cadmio son:

- Diarreas, dolor de estómago y vómitos severos
- Fractura de huesos
- Fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad
- Daño al sistema nervioso central
- Daño al sistema inmune
- Desordenes psicológicos.

#### **2.2.4 Efectos del cadmio en las aguas**

Las aguas residuales con Cadmio procedentes de las industrias mayoritariamente terminan en suelos. Las causas de estas corrientes de residuos son por ejemplo la producción de Zinc, minerales de fosfato y las bioindustrias del estiércol. El Cadmio de las corrientes residuales pueden también entrar en el aire a través de la quema de residuos urbanos y de la quema de combustibles fósiles. Debido a las regulaciones sólo una pequeña cantidad de Cadmio entra ahora en el agua a través del vertido de aguas residuales de casas o industrias. (NIH, 2015)

Otra fuente importante de emisión de Cadmio es la producción de fertilizantes fosfatados artificiales. Parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en las granjas y el resto del Cadmio terminará en las aguas superficiales cuando los residuos del fertilizante vertido por las compañías productoras.

El Cadmio puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por el lodo. Este lodo rico en Cadmio puede contaminar las aguas superficiales y los suelos.

#### **2.2.5 Organización mundial de la salud da a conocer el problema del cadmio a la Salud**

La Organización Mundial de la Salud menciona que la presentación y severidad de los signos, síntomas y alteraciones en el organismo se relaciona con las cantidades, el tiempo de exposición y con la vía de entrada del metal. En exposición crónica se observa anemia, disfunción renal, cálculos renales, osteoporosis, osteomalacia,

trastornos respiratorios, hipertensión, trastornos nerviosos (cefalea, vértigo, alteración del sueño, temblores, sudoración, parresia, contracciones musculares involuntarias), pérdida de peso y apetito, cáncer de próstata y pulmón. (OMS, 2013)

En intoxicación aguda hay neumonitis y edema pulmonar, gastroenteritis, náuseas, vómito, dolor abdominal, diarrea, fallo renal, y finalmente puede ocurrir aberraciones cromosómicas, efectos teratogénicos y congénitos. En riñón (túbulos renales) se puede acumular hasta por 30 años. (ILA, 2014)

## **2.3 MERCURIO.**

### **2.3.1 Qué es el mercurio**

El mercurio está presente de forma natural en el medio ambiente. A veces conocido como azogue, es un metal pesado, como el plomo o el cadmio, que existe bajo distintas formas químicas.

Número atómico 80 y peso atómico 200. Es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente. El mercurio forma soluciones- amalgamas con otros metales (oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio), se encuentra comúnmente como sulfuro, también como rojo de cinabrio, en menor abundancia metal cinabrio negro y el menos común cloruro de mercurio. (GREENFACTS, 2018)

La tensión superficial de mercurio líquido es de 484 dinas/cm, seis veces mayor que la del agua en contacto con el aire, por consiguiente, no puede mojar la superficie con la cual esté en contacto.

Se usa en empastes dentales, fabricación de pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos (baterías, conmutadores), pinturas, catálisis, agricultura (fungicidas, pesticidas), productos farmacéuticos, pulpa, papel, cosméticos, cremas y jabones para la piel y drogas herbales, termómetros clínicos . Y en minería de oro, cobre, plata y carbón cientos de toneladas, por su facilidad de formar amalgamas y así extraerlos fácilmente. (SOO, Y.O., CHOW, K.M., LAM, C.W., LAI, F.M., 2013)

El mercurio orgánico se forma cuando se combina el mercurio con carbono y otros elementos. Algunos ejemplos de compuestos orgánicos de mercurio son el dimetil mercurio, el acetato de fenil mercurio y el cloruro de metilmercurio. La forma más común que encontramos en el ambiente es el metilmercurio. (GREENFACTS, 2018)

### **2.3.2 Cómo se presenta el mercurio en el medio ambiente**

Varias formas de mercurio se dan de manera natural en el medio ambiente. Las formas naturales de mercurio más comunes en el medio ambiente son el mercurio metálico, sulfuro de mercurio, cloruro de mercurio y metilmercurio. Ciertos microorganismos y procesos naturales pueden hacer que el mercurio en el medio ambiente pase de una forma a otra.

El mercurio elemental en la atmósfera puede transformarse en formas inorgánicas de mercurio, lo que abre una significativa vía para la sedimentación de mercurio elemental emitido.

El compuesto orgánico de mercurio más común que generan los microorganismos y procesos naturales a partir de otras formas es el metilmercurio.

El metilmercurio es particularmente inquietante porque puede acumularse en muchos peces de agua dulce y salada comestibles, así como en mamíferos marinos

comestibles, en concentraciones miles de veces mayores que las de las aguas circundantes.

Por tratarse de un elemento, el mercurio no se puede descomponer ni degradar en sustancias inofensivas. Durante su ciclo, el mercurio puede cambiar de estado y especie, pero su forma más simple es el mercurio elemental, de suyo nocivo para los seres humanos y el medio ambiente. Una vez liberado a partir de los minerales, o depósitos de combustibles fósiles y minerales yacentes en la corteza terrestre, y emitido a la biosfera, el mercurio puede tener una gran movilidad y circular entre la superficie terrestre y la atmósfera. Los suelos superficiales de la tierra, las aguas y los sedimentos de fondo se consideran los principales depósitos biosféricos de mercurio. (GREENFACTS, 2018)

### **2.3.3 Cómo afecta la forma del mercurio a los seres vivos y al medio ambiente.**

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

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

- La disponibilidad física que determina la exposición -por ejemplo, si el mercurio está muy adherido a materiales absorbentes no puede pasar fácilmente al flujo sanguíneo;

- El transporte dentro del organismo hacia los tejidos en los que tiene efectos tóxicos -que pueda atravesar, por ejemplo, la membrana intestinal o la barrera hematoencefálica
- Su toxicidad (debido, en parte, a lo que se mencionó anteriormente);
- Su acumulación, biomodificación, detoxificación en tejidos, así como su excreción;
- Su biomagnificación al ir subiendo de uno a otro nivel trófico de la cadena alimentaria (aspecto importante sobre todo en el caso del metilmercurio).

La especiación también incide en el transporte del mercurio dentro de cada compartimiento medioambiental y entre uno y otro, como la atmósfera y los océanos. Por ejemplo, la especiación es un factor determinante para la distancia que recorre el mercurio emitido en el aire desde su fuente de emisión.

El mercurio adsorbido en partículas y compuestos de mercurio iónico (divalente) cae sobre todo en el suelo y las aguas cercanas a las fuentes (distancias locales a regionales), mientras que el vapor de mercurio elemental se transporta a escala hemisférica/mundial, lo que hace de las emisiones de mercurio una preocupación de alcance mundial.

Otro ejemplo es la llamada "incidencia de reducción del mercurio en el amanecer polar", cuando se presenta una transformación de mercurio elemental en mercurio divalente debido a una mayor actividad solar y a la presencia de cristales de hielo, con lo que se observa un incremento sustancial en la deposición del mercurio durante un periodo de tres meses (de marzo a junio, aproximadamente). (GREENFACTS, 2018)

Los centros de salud contribuyen con un 4-5% del total de mercurio presente en aguas residuales. Por ello es importante generar conductas para disminuir su uso y luego lograr su eliminación. Las entidades internacionales, los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y los profesionales de la salud debemos apoyar todas las medidas que se adopten con este fin. (Gaioli, M.2012).

La atmósfera, el agua y el suelo son los receptores de las liberaciones de mercurio en el ambiente. Existen interacciones constantes entre estos compartimentos ambientales.

Además de las fuentes locales de liberación de mercurio (como la incineración de residuos o la combustión del carbono), las concentraciones generales de fondo en todo el mundo, contribuyen significativamente a la cantidad total de mercurio.

Los ríos y océanos también actúan como medios de transporte del mercurio a grandes distancias. Por ejemplo, se han observado altos niveles de mercurio en el Ártico, muy lejos de las fuentes importantes de liberación. (Gaioli, M.2012)

#### **2.3.4 Daños del mercurio tanto la salud como al medio ambiente.**

La intoxicación crónica por mercurio se presenta temblores, hipertrofia de tiroides, taquicardia, gingivitis, cambios en la personalidad, eretismo, pérdida de memoria, depresión severa, delirios y alucinaciones. Los tres rasgos más usados para reconocer la enfermedad profesional en la industria son la excitabilidad, los temblores y la gingivitis.

Además, hay daño renal por exposición crónica al mercurio, efectos reversibles, que cesan cuando la persona evita exponerse. Los vapores de mercurio se absorben en la circulación sanguínea pulmonar y sistema nervioso central, los principales efectos del metilmercurio en adultos son neurológicos, mientras que la exposición durante

el embarazo provoca la aparición en lesiones congénitas del sistema nervioso (SOO, Y.O., CHOW, K.M., LAM, C.W., LAI, F.M., 2013)

### **2.3.5 La contaminación de ríos en el Ecuador por lo metales cadmio y mercurio**

Adamary tiene 15 años y cada vez que se sumerge en las turbias aguas del río Santiago, en la provincia de Esmeraldas, su rostro se llena de granos. Son granos bravos, como dicen los vecinos de la parroquia rural de Colón Eloy del María, del cantón Eloy Alfaro, porque pican y arden, día y noche. La situación recibe más atención en esta fecha, cuando el planeta se prepara para conmemorar el Día Mundial del Agua el 22 de marzo.

En el 2013, el exsecretario Nacional del Agua, Jorge Jurado, publicó un estudio en que aseguraba que el 65% de los ríos de Ecuador, por debajo de los 2 000 metros sobre el nivel del mar, estaban contaminados, con aguas no aptas para consumo humano. Desde hace más de una década, las aguas del río Santiago están contaminadas por aguas residuales y metales pesados utilizados en la minería. Según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, solo un 3,1% del cantón Eloy Alfaro disponía, en el 2014, de alcantarillado para el manejo de aguas residuales. (El comercio 2017)

En una consultoría, del mismo año, de la Pontificia Universidad Católica de Esmeraldas (Pucese) y el Ministerio de Ambiente (MAE), se determinó que en diferentes puntos del río Santiago el nivel de metales pesados (hierro, magnesio y aluminio) excedía los límites naturales. Ampliar Las familias del cantón Eloy Alfaro y San Lorenzo utilizan el agua de río para sus quehaceres. Foto: Valeria Sorgato / EL COMERCIO El río es una de las principales fuentes de agua del alrededor de 1 400 habitantes de la localidad, dedicados en su mayoría a actividades de extracción de oro, madera y aceite de palma africana. Hace un año, los grifos se secaron porque la bomba del sistema de agua potable dejó de funcionar.



Francisco Castro, alcalde del cantón Eloy Alfaro, dijo que en los próximos 10 días se reparará la bomba. Por ahora, el agua del río Santiago ha sido la lavandería de la localidad, el baño comunitario e incluso, en ocasiones, el agua para cocinar el arroz o la sopa. Adamary y su familia saben que el río está contaminado y que, si consumen su agua, les dolerá el estómago y les arderá la piel. Cuando no llueve, deben caminar dos horas por el monte retirando las ramas, con la esperanza de hallar un estero de agua limpia. En Ecuador, las aguas residuales son un problema recurrente. (El comercio 2017)

En el país se descargan 2,3 millones de litros diarios de aguas residuales, según la Secretaría Nacional del Agua (Senagua). De acuerdo con un estudio preliminar de esta institución, realizado desde el 2013 hasta el 2015, el 70% de las muestras recolectadas en diferentes cuerpos de agua de todo el país reveló que el recurso hídrico de dichos ríos no es apto para el consumo humano, por lo que debe ser tratado antes de su consumo directo. (Comercio, 2017)

Si el agua no se clora o se hierve, el líquido vital se convierte en el causante de enfermedades como diarrea, gastroenteritis, shigelosis y cólera, entre otras. En el 2015, según el Ministerio de Salud, 28 787 personas padecieron, a escala nacional, de diarrea y gastroenteritis por presunto origen infeccioso. A veces las familias no disponen de recursos para comprar medicamentos que sanarían al enfermo. Tal es el caso de Adamary.

El sueldo que recibe su padre por talar la madera no es suficiente para comprarle una crema que le aliviaría la picazón. Su familia, al igual que el 97,1% de la población de Colón Eloy del María, vive sin tener las necesidades básicas cubiertas. La pobreza, en parte, se debe a la falta de agua potable y alcantarillado. Las aguas residuales no afectan solo a los más pobres, sino que llegan a todos los ciudadanos. En el diagnóstico de Senagua se obtuvo que el 63% de las muestras analizadas, a escala nacional, no son aptas para el riego agrícola. “Se conoce que en sistemas de riego como el de Latacunga- Salcedo- Ambato, que utiliza el río Cutuchi como fuente de agua, prácticamente se usan aguas residuales para la irrigación, y

después comercializan sus productos en el país”, dijo Diana Ulloa, miembro de la Red Agua Ecuador, una alianza formada principalmente por jóvenes multidisciplinarios que trabajan en temas del agua. (L.A, 2014)

Sofía Ribadeneira, ingeniera ambiental e integrante de la Red, puntualizó que “se requiere concretar acciones entre sociedad civil, industria y Estado para un manejo integral del recurso hídrico”. De acuerdo con el Código Orgánico de Organización Territorial, los gobiernos autónomos descentralizados municipales son los responsables de brindar los servicios de agua potable y saneamiento a sus habitantes.

El alcalde del cantón Eloy Alfaro afirmó que están trabajando en un plan con el MAE para recuperar los ríos polutos del sector. Además, afirmó que en 15 días inaugurarán el sistema de alcantarillado de parroquias como Colón Eloy del María, Selva Alegre, Maldonado, entre otras.

### **2.3.6 Estudio en Ecuador**

Los seres humanos están expuestos a elementos perjudiciales no esenciales, como el arsénico, plata, plomo, mercurio, cadmio y níquel, principalmente por el consumo de agua potable y de productos alimenticios frescos y procesados, y a través de la exposición ocupacional. (Ordoñez, 2014)

Efectos subletales de metales son motivo de preocupación, ya que son acumulativos.

La pesca es una de las actividades más importante del Ecuador, en la que existen altos volúmenes de exportación en rubros como las conservas de atún, harina y aceite de pescado, pesca fresca y congelada. Se ha reportado que, en ese país, el consumo de pescado congelados se incrementó en un 44%, seguido de productos enlatados con 32% y el pescado fresco con el 24% (Ordoñez, 2013). Siendo España, uno de los mercados principales de estos rubros. (Pia, 2014)

La evaluación del contenido de metales pesados en peces es primordial debido a su implicación en la salud humana, sin embargo, la información sobre el contenido de metales en peces de elevado consumo en el Ecuador es insuficiente. Esta información es importante ya que permite la toma de decisiones en cuanto a la protección de los consumidores. Con base en lo anterior, se plantea el presente estudio cuyo objetivo fue determinar el contenido de cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y arsénico (As), en filetes de pescados congelados de consumo masivo, distribuidos en los supermercados de la ciudad de Machala, Provincia El Oro, Ecuador. (C.P, 2009)

## **2.4 Normativas GAD Manta**

Es evidente e incuestionable el grado elevado de la contaminación del Río Manta, por lo cual se ha identificado ejes de contaminación, los cuales se describen a continuación:

- El cantón Manta posee un sistema de alcantarillado con la capacidad para una población estimada menor a los 100 mil habitantes, por lo consiguiente ha sobrepasado su período de diseño y la extensión territorial, produciendo graves problemas de contaminación ambiental, siendo necesario la

implementación de medidas correctivas desde el ámbito ecológicamente amigable y sustentable con el ambiente.

- Las lagunas de oxidación no tienen el funcionamiento adecuado, debido a que estas aguas llegan con alto contenido salino, por lo tanto disminuye la efectividad de los procesos de remediación, y además de la dosificación de cepas microbiológicas, el tiempo de vida y de permanencia siendo un factor no calculado por alguna entidad ambiental responsable, ya que se realiza de modo empírico, es decir, utilizan dosificaciones que el fabricante recomienda.
- Otros de los ejes que aporta a la contaminación del Río Manta que por ende afecta directamente a la línea costera de la playa de Tarqui son los efluentes clandestinos domiciliarios debido a que no se encuentra conectados a un sistema de alcantarillado.
- Además de los desechos sólidos que son botados directo al cauce.

## **2.5 Normativas establecidas en el TULSMA (LIBRO IV) para la contaminación del recurso agua.**

### **Norma de calidad ambiental y De descarga de efluentes: recurso agua**

#### **Libro IV Anexo 1**

#### **Criterios generales para la descarga de efluentes**

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua.

En la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de

muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

## 2. Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir con el metal cadmio y mercurio.

### **TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1

Fuente: TULSMA 2015

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
			caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5

Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: TULSMA, 2015

3. Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina.

Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.

Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- a) Las cabeceras de las fuentes de agua.



- b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla 12).

**TABLA 12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5

Materia flotante	Visibles		<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros Organoclorados totales	S Concentración de organoclorados totales	mg/l mg/l	0,5 0,05

Fuente: Tulsma 2015

Toda descarga a un cuerpo de agua marina, deberá cumplir, por lo menos con los siguientes parámetros (ver tabla 13).

**TABLA 13. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Limite máximo permisible</b>
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
<b>Materia flotante</b>	<b>Visibles</b>		<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros Organoclorados totales	S Concentración de organoclorados totales	mg/l mg/l	0,5 0,05

Fuente: Tulsma 2015

## 2.6 Afectación ambiental a la línea costera

Todas las actividades del hombre que se desarrolla en la costa, involucran un efecto. En su gran mayoría se da a causa del manejo de aguas residuales, que

dependen de las descargas de sus desechos, y de la posición que ocupa dentro de una cuenca hidrográfica y por las corrientes marinas. Por lo cual definirá la dilución de las mismas y la mitigación de sus efectos (Pnuma, 2004).

La contaminación de las franjas costeras y el mar generan graves daños ambientales como la alteración y destrucción del hábitat, los efectos en la salud humana, la eutrofización, la disminución de las poblaciones de peces y otros recursos vivos, cambios en el flujo de sedimentos; todo este aspecto se relaciona a las fuentes fijas y difusas de la contaminación producida por las actividades antropogénicas.

Debido a estos daños ambientales básicamente se produce alteración de las funciones ecológicas, reducción de la diversidad biológica y efectos en la salud. La pérdida de especies (por estos efectos) es muy marcada por lo mencionado anteriormente; se reporta el 37% de las especies de agua dulce, 67% de las especies de moluscos, 52% de las especies de crustáceos y el 40% de los anfibios, y además un número importante de especies de aves y vegetales.

## **2.7 Afectación visual a la línea costera**

En la actualidad, el incremento poblacional y la pésima gestión de las autoridades en los ríos situados en el cantón Manta han hecho que sean considerados como sumideros para los desechos urbanos e industriales.

Durante el recorrido del río hasta desembocar en el mar son adicionados aguas residuales y desechos sólidos. Lo que produce que el agua obtenga niveles de contaminantes elevados lo que resulta desagradable para los moradores y principalmente para la ciudad.

Debido a la estética que se evidencia, no tan solo afecta al sector ambiental sino al sector económico, ya que en su mayoría se debe al turismo. Las zonas costeras han sido siempre de vital relevancia debido a los atractivos naturales que posee, sin

embargo la preocupación a la recuperación de estos ecosistemas que están siendo acabados por la contaminación es baja tanto en las autoridades como los moradores.

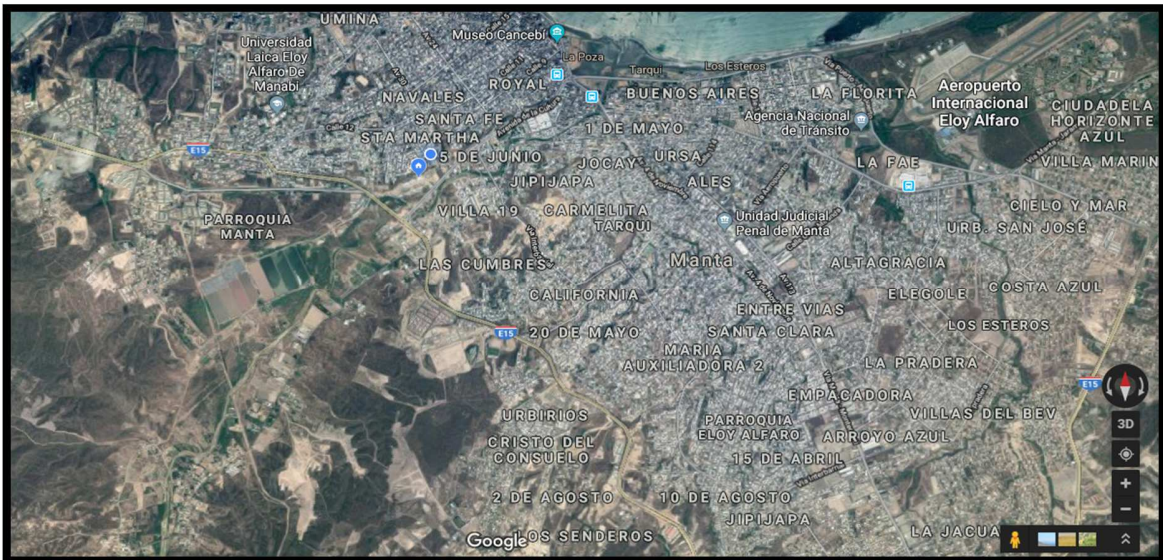
# CAPITULO III: METODOLOGIA

## MATERIALES Y METODOS

### 3.1 UBICACIÓN

El trabajo de investigación se lo realizo en el laboratorio acreditado por el MAE realizara una caracterización de los principales focos contaminantes que de forma directa o indirecta llegan del municipio de Manta, fundamentalmente los residuales de las industrias que vierten sin previo tratamiento, con la participación de diferentes centros de investigación.

Ilustración 1: 528234.89 m E 9892860.05 m S



Fuente de Google Earth 2018

Altitud: Media 6 ms.n.m

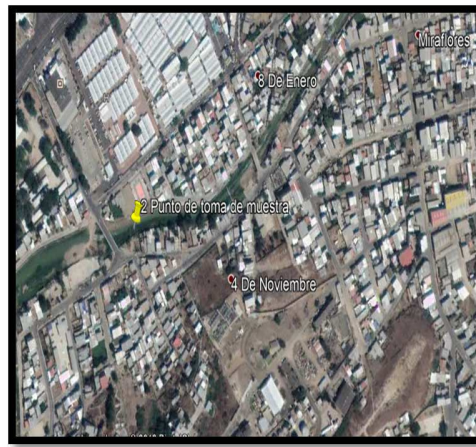
Humedad: 65%

Temperatura media anual: 24° C

Precipitación Anual: 55%

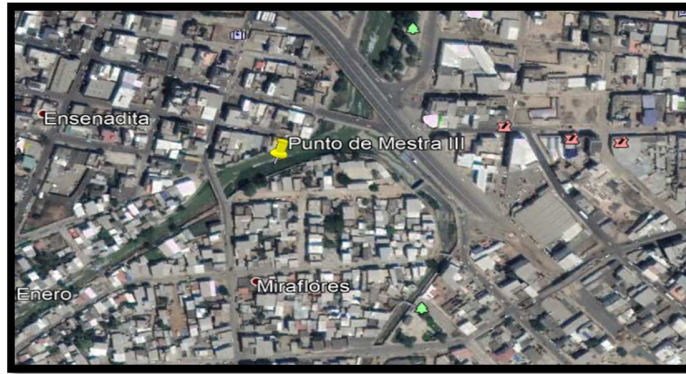
Presión Atmosférica: 25 Pa

## PUNTOS DE RECOLECCION DE LAS MUESTRAS



FUENTE: Google Eart 2018 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

FUENTE: Google Eart 2018 Segunda muestra en el 5 de Junio



FUENTE: Google Eart 2018 Tercer muestra

### 3.2 Plan de Muestreo

Se realiza un plan de muestreo acorde con los intereses que se perseguía en cada uno de los trabajos, conforme a las normas del Ecuador e internacionales para estos estudios. Los datos de campo será recogidos para caracterizar el sitio contaminado y determinar los diferentes niveles de concentración de metales pesados, elementos de interés para el presente estudio, relevantes a trayectorias de exposición humana (ingestión, contacto dérmico e inhalación).El diseño del muestreo garantiza que el

sitio investigado está adecuadamente representado, y que las concentraciones determinadas de los contaminantes reflejan la situación real que hay en estas. Las características metodológicas del proyecto comprenden tres grandes fases:

- 1.- Establecer el número y ubicación de los puntos de muestreo, para la para la cartografía del área de estudio
- 2.- Análisis de los resultados obtenidos mediante la legislación ambiental ecuatoriana vigente.
- 3.- Determinar, conformidades y no conformidades de las aguas en el Rio Manta

### **3.3 Materiales**

Las muestras se tomaron en frascos ambar color café de tapa rosca, herméticos, de 500 ml. palanca porta embace. cooler, guantes, botas, mascarillas, mandil.

Se determinaron 3 zonas de muestreo, la primera en las lagunas de oxidación de tratamiento de aguas residuales segundo barrio 4 de Noviembre entre el puente que cruza atrás del colegio 5 de Junio y el tercer punto en el barrio ensenadita y Miraflores antes del puente que esta la intersección del río Manta y el río Burro.

En todos los puntos que fueron muestreados se tomaron tres muestras diarias una a las 8 am, 12 pm y 5 pm, se procedió a homogenizar estas tres muestras para enviar al laboratorio una sola muestra de 500 ml por cada metal pesado (mercurio – cadmio).

Las botellas de vidrio fueron envueltas con periódico separadas para evitar que una tenga contacto con la otra y fueron llevadas inmediatamente al laboratorio para sus respectivos análisis.



## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUDIONES

### 4.1 Descripción

Luego de realizar la investigación basada en el procedimiento planteado procedemos a describir y analizar los resultados obtenidos en los siguientes puntos de muestreo. Estos resultados realizados en el laboratorio acreditado Deproinsa nos manifiestan que presentan menor cantidad y están en el rango de los límites permisibles, esto da a conocer que las empresas que descarga sus aguas a la Laguna de Oxidación una vez que llegan no tienen un tratamiento adecuado para cada metal, el límite puede elevarse cuando se unen los dos ríos Manta y Burro por las descargas domésticas e industriales y tuberías clandestinas.

### 4.2 Análisis de los Resultados

<b>RESULTADOS DE LA PRIMER TOMA DE MUESTRA</b>				
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>				
<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>TIPO</b>	<b>Limite Permisib</b>
<b>CADMIO</b>	<b>MG/L</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>FISICO- QUIMICO</b>	<b>0.2</b>
<b>MERCURIO</b>	<b>MG/L</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>FISICO- QUIMICO</b>	<b>0.01</b>

De acuerdo a la toma de muestra de aguas residuales tienen un límite permisible de 0.01 cadmio y 0.05 mercurio como lo dice la tabla de los límites permisibles del libro VI de legislación Tulsma Grafico 1).

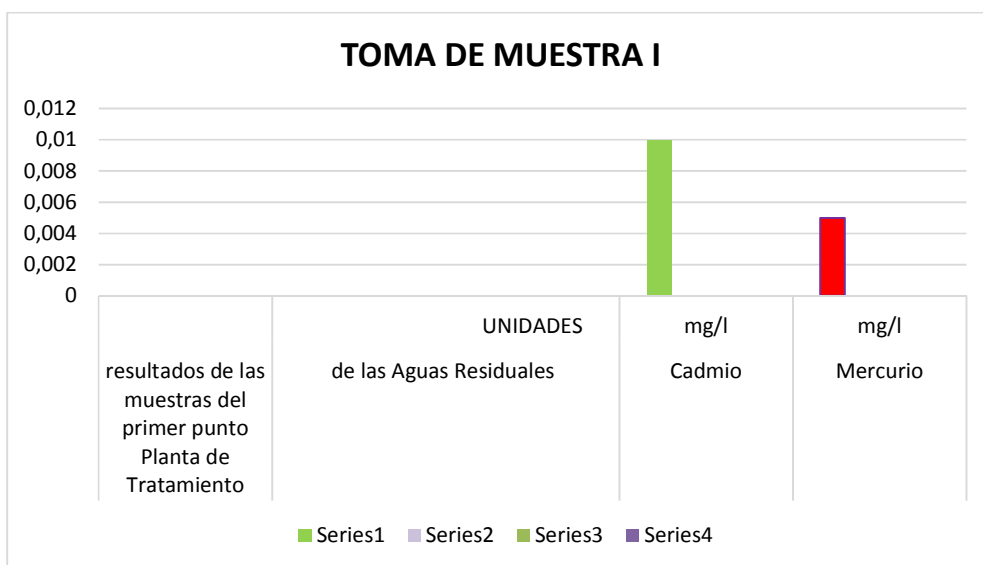
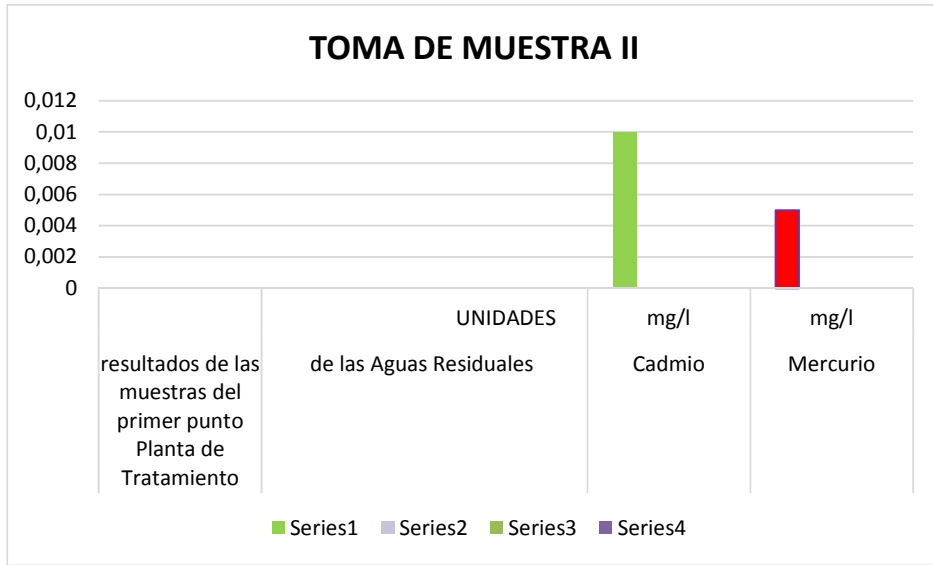


Grafico 1: Resultados de las muestras del primer punto-Planta de Tratamiento

Fuente: Alvario, V. Pico, J. 2018

<b>RESULTADOS DE LA SEGUNDA TOMA DE MUESTRA</b>				
<b>BARRIO 4 DE NOVIEMBRE JUSTO POR EL PUENTE 5 DE JUNIO</b>				
<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>TIPO</b>	<b>LIMITE PERMISI</b>
<b>CADMIO</b>	<b>MG/L</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>FISICO- QUIMICO</b>	<b>0.2</b>
<b>MERCURIO</b>	<b>MG/L</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>FISICO- QUIMICO</b>	<b>0.01</b>

De acuerdo a la toma de muestra de aguas residuales tienen un límite permisible de 0.01 cadmio y 0.05 mercurio como lo dice la tabla de los límites permisibles del libro VI de legislación Tulsma.



Fuente: Alvario, V. Pico, J. 2018

<b>RESULTADOS DE LA TERCER TOMA DE MUESTRA</b>				
<b>BARRIO ENSENADITA Y MIRAFLORES</b>				
<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>TIPO</b>	<b>LIMITE PERMIS</b>
<b>CADMIO</b>	<b>MG/L</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>FISICO- QUIMICO</b>	<b>0.2</b>
<b>MERCURIO</b>	<b>MG/L</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>FISICO- QUIMICO</b>	<b>0.01</b>

De acuerdo a la toma de muestra de aguas residuales tienen un límite permisible de 0.01 cadmio y 0.05 mercurio como lo dice la tabla de los límites permisibles del libro VI de legislación Tulsma.

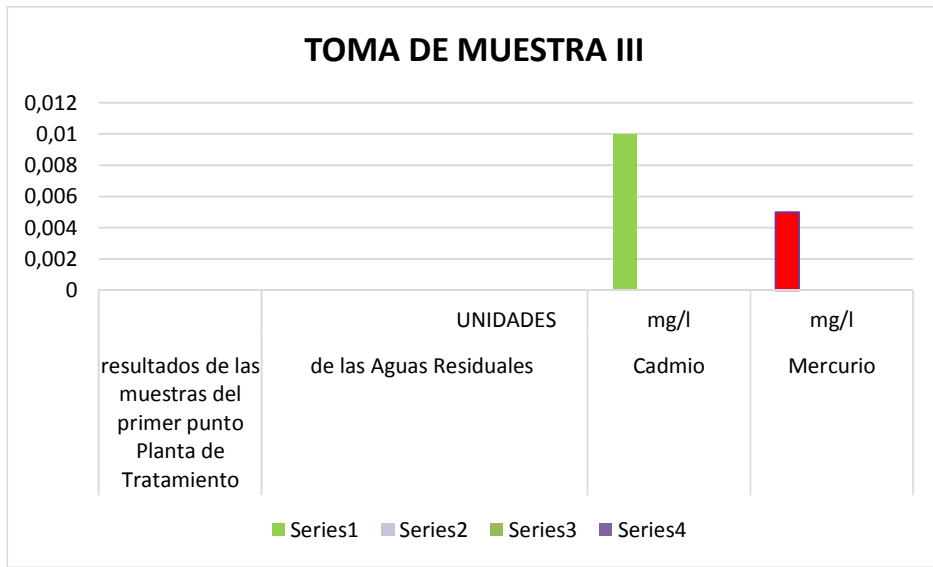
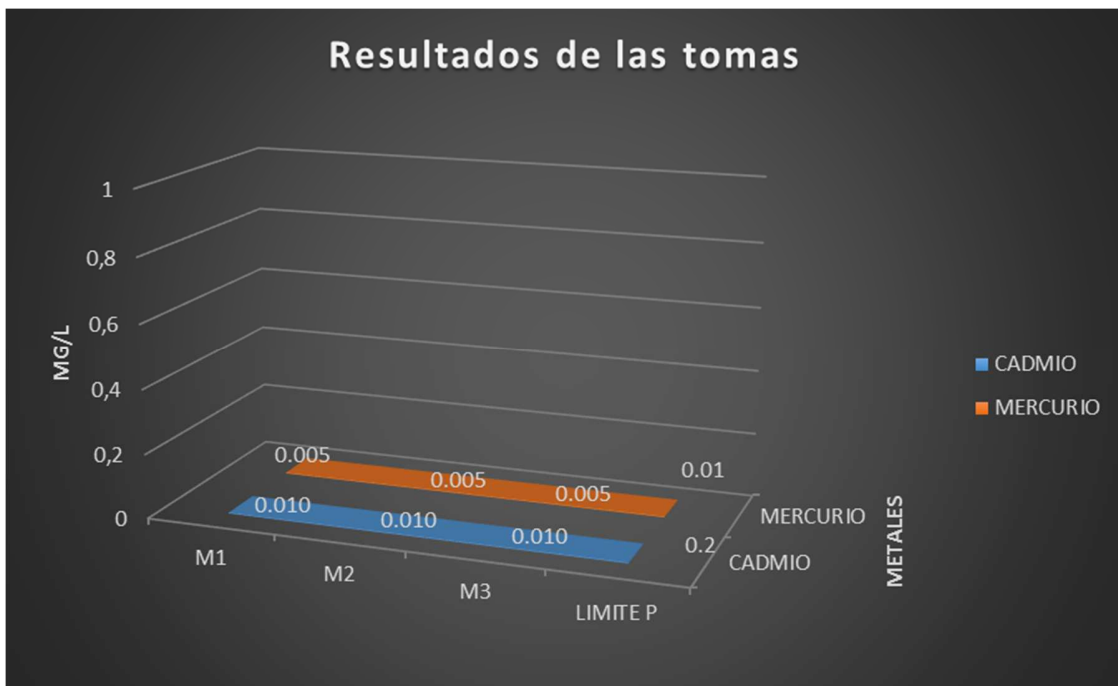


Grafico 2: Resultados de las muestras del tercer punto-Barrio Ensenadita con el Barrio Miraflores.

Fuente: Alvario, V. Pico, J. 2018



Fuente: Alvario, V. Pico, J. 2018

Como se evidencia en los cuadros los niveles de metales pesados existentes en los puntos son inferiores a los que determinan la normativa pero debemos considerar que dichos metales son bioacumulables consecuentemente al ir hacia desembocadura del río pueden generar afectación a la línea costera.

“Al ser los metales pesados sustancias que sus metabolitos tóxicos no se degradan mal organismo sino más bien bioacumulan y en el caso del mercurio, que es el único metal que tiene propiedades de contaminante volátil siendo absorbido también por la piel y el pulmón.” (Jorge, metales, 2017)

Se puede elegir que constituye una fuente de contaminación ambiental y sanitaria en playas cercanas. También debemos descartar en las muestras del sedimentos de las lagunas de oxidación “reporta residuos metales pesados en sedimentos, mismo que superan ampliamente a los reportados de Tulsma” por lo que podríamos suponer que gran parte presencia de estos metales en el cauce del río, se debe a la deficiencia a las aguas residuales. (Jorge, metales, 2017)

Aunque se evidencia además que los niveles de los metales en el estudio en los diferentes puntos de muestreo son muy uniformes.

## **V CAPITULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- La presencia de metales pesados en el cauce del río Manta de acuerdo con lo descrito pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte, porque en los estuarios se reproducen innumerables especies como los moluscos, crustáceos y que estos a la vez sirven como alimentos en la cadena trófica en el mar.
- Se ha logrado determinar la presencia de los metales cadmio y mercurio a lo largo del cauce del río aunque sus niveles no sobre pasan a los límites permisibles.
- La presencia de estos dos metales bioacumulables y su llegada a la franja costera podría afectar ambiental y sanitariamente a las playas donde la dispersión generada en la desembocadura (producida por los fenómenos natural) llegase a encontrarse aquello constituye una causa probable de afectación sanitaria y ambiental que un determinado momento puede afectar en gran medida labores inherentes al desarrollo turístico y en general de la zona, convirtiéndose en una causa deprimente al desarrollo del sector.

### **5.2 Recomendaciones**

- Se deberá realizar estudios de presencia de metales pesados bioacumulables tanto en la confluencia en el río burro como posterior en el río Manta, así como en la línea costera.

- Se puede sugerir que las aguas residuales que generan las empresas dedicadas a los procesos de enlatados y pesca fresca, pueden descargar sus residuos en el alcantarillado que conduzca a una planta de tratamiento y posteriormente al alcantarillado sanitario, porque sus descargas de efluentes hay muchos contaminantes que coadyuvan a las contaminaciones de mercurio y cadmio.
- Siendo la planta de tratamiento una posible causa de la presencia de metales pesados en el cauce del río Manta se debe instrumentar proceso que impidan la injerencia de agua residual industrial que a través de la red pública haya al sistema de tratamiento, el mismo que siendo netamente biológico no está en capacidad de eliminar o separar los metales pesados que para lo cual deberá ampararse la reglamentación vigente que prohíbe que se efectúen estas aportaciones a las aguas residuales domésticas.

## **CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA**

- ARTHINGTON, J. (2013). Trace mineral nutrition and immune competence in cattle. Proceedings Of 64 th Annual Minnesota Nutrition Conference. Minneapolis. 106.
- BASSO, M.C CERRELLA E. G & CUKIERMAN, A.L. (2002). Contaminacion marinas para la biosorcion de metales pesados de aguas contaminadas Avances eb Energia Renovable y Medio Ambiente. Argentina: -69-74.
- C.P, R. (2009). Contaminacion por metales pesados en esteros salado ontencion para la tesis de biologia. Guayaquil.
- COMERCIO, E. (2017). Contaminacion de tres Rios en Manta con afectacion ambiental y salud. Manta.
- FACSA. (2015). CICLO INTEGRAL DEL AGUA.
- GREENFACTS. (2018). MERCURIO. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, Capítulo 2, párrafos 39 a 43.
- ILA, L. A. (26 de 07 de 2014). Agency Internacional Lead 2013. Obtenido de <http://www.ila-lead.org/>
- L.A, A. (2014). CONTAMINANTES AMBIENTALES Y CRITERIOS DE EVALUACION. MEXICO.
- M., A. T. (Julio 2015). Evolucion Temporal de la calidad de agua de la cuenca del Rio Manta. Universidad Internacional Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales. Quito.
- MAGAZINE, S. (2018). Qué son los metales pesados? ¿Cómo afectan a la salud? Texas.
- NIH, I. N. (2015). CADMIO CAUSAS Y PRECAUCION. EEUU: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/cadmio>.
- OMS. (2013). Vida saludable, bienestar y objetivos de desarrollo sostenible.



ORDOÑEZ. (2014). Pro Ecuador. Análisis del sector pesca. Disponible en línea. QUITO.

PENUMA. (23 de Julio de 2005). Programa de Naciones Unidas Para el Medio Ambiente. Obtenido de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/6411-la-contaminacion-de-los-rios-y-sus-efectos-en-las-areas-costeras-y-el-mar>

PIA, J. (2014). Estudio de factibilidad para la exportación de especies pelágicas. SANTIAGO.

SANCHEZ, J. (25 de 12 de 2006). la Hora. Obtenido de <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/457629-la-contaminacion-en-el-rio-manta-afecta-a-vecinos/>. Contaminacion de los Rios.

SEVEN, A. (3 de marzo de 2017). la contaminacion ambiental problema que afecta el plantea. blagting news, pág. 1.

SOO, Y.O., CHOW, K.M., LAM, C.W., LAI, F.M. (2013). SZETO, C.C., CHAN, M.H. and LI, P Whitened face woman with nephritic syndrome. American Jorunal Kidney . USA.

TORRES, L. L. (2012). Removal of As, Cd, Cu, Ni from a highly contaminated industrial soil using surfactan enhanced soil washing. 37,30-36.

# ANEXOS



**Anexo 1 y 2 La primera toma de muestra en la Planta de tratamiento**



**Anexo 3: Almacenando de muestra**



**Anexo 4y 5: La segunda muestra barrios 4 de Noviembre justo por el puente  
5 de Junio**



**Anexo 6**



**Anexo 7: La tercera muestra barrio Ensenadita y Miraflores**



**Anexo 8: Preparando las muestras al laboratorio**