



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ**

**MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA:**

**CARRERA MEDIO AMBIENTE**

## **INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES  
ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO  
PORTOVIEJO (CADMIO Y PLOMO, ZONA METROPOLITANA)**

**AUTORES:**

**MONCAYO FLORES MARIANA ALEXANDRA**

**ZAMBRANO VÉLEZ JEAN PIERRE**

**TUTOR:**

**ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2018**

## DERECHO DE AUDITORÍA

**Mariana Alexandra Moncayo Flores y Jean Pierre Zambrano Vélez**, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

**MARIANA A. MONCAYO FLORES**

**JEAN P. ZAMBRANO VÉLEZ**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**Ing. Francisco Velásquez Intriago**, certifica haber tutelado el proyecto **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PORTOVIEJO (CADMIO Y PLOMO, ZONA METROPOLITANA)**, que ha sido desarrollada por **Mariana Alexandra Moncayo Flores y Jean Pierre Zambrano Vélez**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PORTOVIEJO (CADMIO Y PLOMO, ZONA METROPOLITANA)**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **Mariana Alexandra Moncayo Flores y Jean Pierre Zambrano Vélez**, previa la obtención del título de Ingeniero/a en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**MIEMBRO**

**ING. JUAN CARLOS LUQUE, PhD.**

---

**MIEMBRO**

**ING. SERGIO ALCÍVAR PINARGOTE**

---

**PRESIDENTE**

**ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ, PhD.**

## **AGRADECIMIENTO**

“Nadie logra el éxito sin la ayuda de los demás, el sabio y el confiado reconocen esta ayuda con GRATITUD”

Gracias a Dios y la virgen Dolorosa ante todo por permitirnos la oportunidad de vivir y con sus bendiciones haber logrado tanto en la vida y hacer de este sueño hecho realidad.

A nuestra querida Universidad por darnos la gran oportunidad de pertenecer a la familia politécnica de Manabí, forjar nuestros conocimientos profesionales día a día con esfuerzo y dedicación, por enseñarnos la importancia del cuidado del Medio Ambiente, y formarnos como profesionales de gran calidad humana, humildad y gran profesionalismo.

A los docentes y profesionales de la ESPAM-MFL, por enseñarnos en nuestra etapa universitaria con sus conocimientos, guía paciencia y constancia, a formarnos como profesionales, pero principalmente al Dr. Agustín Leiva y el Ing. Fabián Peñarrieta por guiarnos en el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros PADRES por ser nuestra guía y ejemplo de superación, por el apoyo brindado de manera incondicional para el desarrollo de nuestra vida y lucha de nuestros sueños. Gracias y mil veces gracias a ellos.

A la ciudad de Portoviejo y personas de la cuenca del rio Portoviejo por permitirnos realizar nuestra tesis y brindarnos su apoyo cuando lo necesitamos.

**Los Autores**

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado principalmente a **Dios y la virgen Dolorosa** por no hacerme decaer y darme las fuerzas diarias para seguir con mi meta.

A mi querido y amado papito **Marcos Moncayo** que desde el cielo siempre me guio por el camino correcto, por sus cartas de motivación que quizás en el momento no las entendía ahora sé que él quería que llegara a esta etapa tan importante para mí y que sea una mujer con principios y valores gracias amado papito. A mi querida abuelita **Flerida Saltos**, que recuerdo sus lindas palabras de aliento cuando me toco ir por primera vez a Calceta, Ahora entiendo que mi meta la cumplí, pero no sería posible sin su guía desde el cielo y ahora festeja conmigo este gran logro. A mi tío **Gabriel Flores**, por ser mi segundo padre y parte fundamental de mi vida. A estas tres personas que quizás no estén físicamente conmigo vivirán en mi corazón y memoria siempre los amo y les dedico este trabajo donde plasmo mi esfuerzo y dedicación.

A mi hermosa madre **Rosita Flores Saltos** a mi guerrera incondicional, al mejor ejemplo de superación de sacrificio y de valentía, por su gran enseñanza y apoyo incondicional en los momentos más lindos y difíciles dándome el valor e impulso para cumplir mis sueños y anhelos. Gracias y este será una de las más grandes alegrías en nuestras vidas, porque usted se merece mucho más.

A mi hermana **Rosita Moncayo** y a mi hermoso sobrino **Matías Macías** que llego en el momento indicado para ser nuestro motor de superación. A la familia **Flores Mendoza** por ser parte de mi vida profesional y compartir conmigo la etapa universitaria y extenderme su mano cuando más lo necesite gracias. A Todos aquellos familiares y amigos que siempre estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos apoyándome para que de alguna manera yo no bajara los brazos y siga adelante, todo esto es gracias a ustedes también.

---

**Mariana Alexandra Moncayo Flores**

## DEDICATORIA

El presente trabajo se los dedico principalmente a Dios, a mis padres **Ramón Zambrano y Santa Vélez**, mis hermanos y toda mi familia quienes desde que inicie esta etapa en mi vida me brindaron todo su apoyo incondicional, y creyeron en mis capacidades, motivándome a seguir adelante, con su amor me dieron las fuerzas que necesitaba para culminar mi carrera profesional.

Este logro lo compartimos juntos y se los dedico con toda mi alma para ustedes mi querida familia.

---

**Jean Pierre Zambrano Vélez**

**CONTENIDO**

DERECHO DE AUDITORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xiii
PALABRAS CLAVES.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
KEY WORDS.....	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. EL AGUA.....	4
2.2. CALIDAD DEL AGUA.....	4
2.3. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	4
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS NATURALES.....	5
2.5. CONTAMINACIÓN HÍDRICA.....	5
2.6. USOS DEL AGUA.....	6
2.7. FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES.....	6
2.8. METALES.....	6
2.9. METALES PESADOS.....	7



2.10. CADMIO .....	7
2.11. PLOMO .....	9
2.12. FUENTES DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO.....	9
2.13. AFECTACIONES DE LOS METALES PESADOS PARA LA SALUD .....	10
2.13.1. AFECTACIONES DE CADMIO A LA SALUD.....	10
2.13.2. AFECTACIONES DEL PLOMO A LA SALUD .....	11
2.14. TIPOS DE MUESTREO .....	11
2.14.1. MUESTRA SIMPLE O PUNTUAL .....	11
2.13.2. MUESTRA COMPUESTA .....	12
2.15. AGUAS RESIDUALES .....	12
2.16. TIPOS DE AGUA RESIDUAL.....	12
2.16.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	13
2.16.2. LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES .....	13
2.16.3. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES .....	13
2.16.4. AGUAS RESIDUALES COMERCIALES .....	14
2.17. TEMPERATURA .....	14
2.18. pH.....	14
2.19. CAUDAL ECOLOGICO .....	14
2.20. CAUDAL AMBIENTAL.....	14
2.21. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	15
2.22. NORMAS.....	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	16
3.1. UBICACIÓN .....	16
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	16
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	16
3.4. VARIABLES EN ESTUDIO.....	17

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	17
3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	17
3.5. PROCEDIMIENTO .....	17
3.5.1. FASE 1: DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO .....	17
3.5.1.1. Actividad 1.- Elaboración de encuestas y ficha de observación de indicadores antropogénicos.....	17
3.5.1.2. Actividad 2.- Zonificación cartográfica del mapa de actividades y ficha de observación .....	18
3.5.2. FASE 2: PONDERAR LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN SU CONTENIDO DE CADMIO Y PLOMO .....	19
3.5.2.1. Actividad 3.- Toma de muestras para el análisis de cadmio y plomo ..	19
3.5.2.2. Actividad 4.- Ensayo de laboratorio de las muestras en los estándares establecidos .....	19
3.5.3. FASE 3: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN EL ECUADOR .....	20
3.5.3.1. Actividad 5.- Comparación de los resultados de los análisis con los límites permisibles establecidos de acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA).....	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1. RESULTADOS.....	21
4.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO .....	21
4.1.2. PONDERAR LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN SU CONTENIDO DE CADMIO Y PLOMO.....	24
4.1.3. COMPARAR LOS RESULTADOS CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN EL ECUADOR .....	28

4.2. DISCUSIÓN .....	31
4.2. COMPROBACIÓN / DESAPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....	32
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	33
5.1. CONCLUSIONES.....	33
5.2. RECOMENDACIONES .....	33
BIBLIOGRAFÍA .....	34
.....	39
ANEXOS .....	39

### CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2.10. Fuentes causantes de la contaminación con cadmio. ....	8
Cuadro 2.12. La contaminación con plomo se origina de las siguientes fuentes. ....	9
Foto 3.1. Tramo de la investigación zona metropolitana del río Portoviejo.. ..	10
Gráfico 4.1. Datos generales de las actividades antropogénicas en el área metropolitana de la ciudad de Portoviejo. ....	21
Cuadro. 4.1. Resultados de la segunda sección de las encuestas sobre actividades antropogénicas.....	22
Gráfico 4. 2. Evaluación de la acción influyente, de las actividades antropogénicas en el área metropolitana de la ciudad de Portoviejo. ....	23
Foto 4.1. Estaciones de muestreo de la cuenca de Portoviejo.....	25
Cuadro 4.2. Coordenadas de las estaciones de muestreo .....	26
Cuadro 4.3: Parámetros físicos de la toma de muestras.....	26
Gráfico 4.3. Variación de la Temperatura por estación de muestreo .....	27
Gráfico 4.4. Variación del pH de acuerdo con la estación de muestreo ....	27
Cuadro 4.6. Resultados de los análisis de los niveles de cadmio y plomo en agua del río Portoviejo .....	28

Cuadro 4.7. Norma ecuatoriana acerca de criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico. ....	29
Cuadro 4.8. Norma ecuatoriana de criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.....	29
Gráfico 4.5. Variación de la concentración de cadmio en mg/L de acuerdo con la estación correspondiente, teniendo en cuenta la norma de calidad .....	29
Gráfico 4.6. Variación de la concentración de plomo en mg/L de acuerdo a los puntos de muestreo correspondiente, teniendo en cuenta la norma de calidad.....	30

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Portoviejo, determinando las actividades antropogénicas en el área metropolitana, además se ponderó la calidad del agua con base en su contenido de cadmio y plomo, comparando los resultados con la legislación ambiental vigente en el Ecuador. En primera instancia se determinó las actividades antropogénicas mediante aplicación de ficha de observación y encuestas de interés según del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del Ecuador "INEC", luego a través de análisis de laboratorio se observó las concentraciones de cadmio y plomo de las muestras agua, finalmente los resultados obtenidos se los compararon con límites máximos permisibles establecidos en el Anexo 3 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente "TULSMA". Las actividades antropogénicas con mayor influencia en la calidad del agua fueron las agrícolas, descargar de aguas servidas y descargas de desechos sólidos. El promedio de las concentraciones de plomo en agua fue mayor 0,043 mg/l, considerado de baja calidad para la preservación de la vida acuática y consumo humano. En cadmio el valor estuvo en 0,02 mg/l, encontrándose dentro de los límites permisibles para consumo humano pero alto para la preservación de la vida acuática. Concluyendo que las actividades antropogénicas influyen negativamente en la calidad del agua.

## PALABRAS CLAVES

Calidad del agua, contaminación del agua, indicadores antropogénicos, río Portoviejo.

## **ABSTRACT**

In the present investigation the influence of the anthropogenic activities in the water quality of the Portoviejo river was evaluated, determining the anthropogenic activities in the metropolitan area, also the water quality was weighted based on its content of cadmium and lead, comparing the results with the environmental legislation in force in Ecuador. In the first instance anthropogenic activities were determined by application of observation sheets and surveys of interest according to the National Institute of Statistics and Census of Ecuador "INEC", then through laboratory analysis the concentrations of cadmium and lead in the water samples were observed, finally the results obtained were compared with maximum permissible limits established in Annex 3 of Book VI of the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment "TULSMA". The anthropogenic activities with the greatest influence on water quality were agricultural activities, discharge of wastewater and solid waste. The average of the lead concentrations in water was higher 0,043 mg / l, considered as low quality for the preservation of the aquatic life and human consumption. In cadmium, the value was 0,02 mg / l, being within the permissible limits for human consumption but high for the preservation of aquatic life. Concluding that anthropogenic activities negatively influence water quality.

## **KEY WORDS**

Water quality, water contamination, anthropogenic indicators, Portoviejo river.

## **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La contaminación ambiental se posiciona como uno de los más importantes problemas que afectan a la sociedad del siglo XXI. La pérdida de calidad del recurso hídrico se ha incrementado exponencialmente durante los últimos años teniendo una tasa de contaminación que puede ser estimada en 2000 millones de metros cúbicos diarios (Reyes *et. al.*, 2016). Se hace evidente una crisis de este recurso para los próximos años, lo que podría comprometer el cumplimiento de uno de los objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2015).

La contaminación del agua por metales pesados ocasionada por vía antrópica y natural, está afectando drásticamente la seguridad alimentaria y salud pública, a nivel global (Reyes *et. al.*, 2016).

En las últimas décadas los estudios de calidad de los sistemas acuáticos continentales (ríos, lagos, embalses, etc.), han tenido un creciente interés por aspectos como: el incremento de la población en sus riberas, el creciente grado de industrialización, los aportes de los sectores agrícolas, ganaderos y mineros. La importancia que tiene el estudio de metales pesados en diferentes matrices es por la elevada toxicidad, la alta persistencia y rápida acumulación por los organismos vivos, ya que sus efectos no se pueden detectar fácilmente a corto plazo (Reyes *et. al.*, 2016).

La contaminación a la que actualmente está expuesto el río Portoviejo siendo el principal recurso hídrico que da vida a la región central de Manabí es preocupante (El Universo, 2013), ya que es común encontrar en las riberas del río varios puntos de descarga de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales que son arrojadas directamente al caudal de este sin haber sido sometidas a tratamiento previo (Delgado & Mieles, 2010). Estos múltiples contaminantes pueden causar graves daños en los ecosistemas acuáticos y sobre todo en la salud de los pobladores que habitan en los alrededores del río,

uno de los contaminantes más perjudiciales en el agua son los metales pesados, por sus sales solubles como las de plomo y cadmio que pueden ser muy tóxicas y acumulables por los organismos que las absorben, las cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones, estos metales de peso molecular elevado provocan serias enfermedades como: ceguera, amnesia, raquitismo, o incluso llegar hasta la muerte (Delgado & Mieles, 2010).

Ante la problemática planteada, se permite formular la siguiente pregunta: ¿Cómo influyen las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Portoviejo, zona metropolitana, con base en los metales pesados cadmio y plomo?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El agua es uno de los bienes más preciados para la vida en nuestro planeta, no sólo para consumo humano y para el desarrollo de las actividades humanas (agricultura, industria, servicios), sino que es fundamental para conservar la biodiversidad y mantener equilibrados los ecosistemas naturales, como lo establece SUMAK KAWSAY (2017-2021) en el eje 1: "Derechos para todos durante toda la vida" en el objetivo 3 "Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y las futuras generaciones".

Desde el punto de vista práctico el presente estudio beneficiara aproximadamente a 700.000 personas, tanto en la agricultura, en el uso doméstico, recreación y otros campos, ya que la cuenca del río Portoviejo comprende 132 km y sus aguas atraviesan los cantones Santa Ana, Portoviejo y Rocafuerte (El Universo, 2013).

Metodológicamente los métodos, técnicas y procedimientos podrán ser extrapolados o aplicados a otros ríos con características similares de la zona de estudio para futuras investigaciones.

Los resultados de esta investigación, contribuirá a asegurar un acceso y suministro de agua, con los estándares mínimos requeridos (MAE, 2015) que



garanticen el bienestar de los pobladores de la ciudad de Portoviejo y la sostenibilidad en la demanda actual y futura, tal como está estipulado en el Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global” (SENPLADES, 2013).

Además, se plantean varios lineamientos estratégicos para lograr la consolidación de la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal y la gestión sustentable y participativa del patrimonio hídrico, con un enfoque de cuencas y caudales ecológicos, asegurando el derecho humano al agua (SENPLADES, 2013).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Portoviejo, zona metropolitana, con base en los metales pesados cadmio y plomo.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las actividades antropogénicas en el área metropolitana.
- Ponderar la calidad del agua con base en su contenido de cadmio y plomo.
- Comparar los resultados con la legislación ambiental vigente en el Ecuador.

### **1.4. HIPÓTESIS**

Las actividades antropogénicas influyen negativamente en la calidad del agua del río Portoviejo, zona metropolitana, tomando como base los metales pesados cadmio y plomo.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. EL AGUA**

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta, se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Los océanos cuentan con casi el 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie fácilmente accesible se encuentra principalmente en lagos (52%) y humedales (38%) (Fernández, 2012).

### **2.2. CALIDAD DEL AGUA**

El agua ha desempeñado un papel central para el desarrollo de diversas civilizaciones. La sociedad se beneficia ampliamente de los servicios ambientales del agua proveniente de acuíferos, ríos, lagos o costas, y por consiguiente el ser humano ejerce una influencia directa o indirecta sobre ellos y su biota acuática. Desde un punto de vista integral, definir la calidad del agua significa ir más allá de sus atributos fisicoquímicos o biológicos; implica tomar en cuenta el contexto ecológico, así como los usos y valores que la sociedad les otorga (Aguilar & Durán, 2010). La calidad de un cuerpo de agua puede estar definida no solo en términos de las características y requerimientos del sistema hídrico que suministra el agua, sino también de acuerdo con los requisitos exigidos a los efluentes que se descargan en el cuerpo receptor (Chang, 2009).

### **2.3. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de

varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, para la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o que impidan el uso habitual de las propiedades y lugares de recreación y el goce de estos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas o de mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales de los mismos o que puedan afectar la salud (Bermúdez, 2010).

#### **2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS NATURALES**

Las aguas naturales por lo común son soluciones de diferente complejidad. Esto se debe al estrecho contacto que tiene el agua natural con los compuestos químicos de la litosfera, la atmósfera y la biosfera. El agua lluvia contiene gases de la atmósfera y, algunas veces, contaminantes de aire disueltos. El agua de los ríos y lagos contiene minerales disueltos, gases atmosféricos, y diversos compuestos químicos liberados por el hombre. El agua de mar constituye una selección compleja que se compone de varios compuestos químicos (Barba, 2002).

#### **2.5. CONTAMINACIÓN HÍDRICA**

La contaminación del agua se denomina a cualquier alteración de sus características físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultados de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor. La contaminación hídrica se lleva a cabo por vertidos, derrames, desechos y depósitos directos o indirectos de toda clase de materiales y generalmente, todo hecho susceptible de provocar un incremento de la degradación de las aguas, modificando sus características físicas, químicas o bacteriológicas (Segura, 2007).

## **2.6. USOS DEL AGUA**

El uso común de las aguas se refiere al derecho de toda persona de satisfacer de forma directa, anónima e individual necesidades básicas, esenciales y recreativas, como beber agua, bañarse, lavar ropa, abrevar ganado, navegar y pescar (Pérez, 2012).

## **2.7. FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES**

Las fuentes no puntuales se pueden denominar aquellas donde no se puede precisar el punto exacto de descarga al recurso, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares. Por consiguiente, las fuentes puntuales descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías y alcantarillas. Ejemplo: fabricas, plantas de tratamiento de aguas servidas, minas, pozos petroleros etc. (Segura, 2007).

Las descargas de contaminantes a partir de fuentes puntuales tienden a ser continuas, de poca variabilidad en el tiempo y a menudo pueden ser monitoreadas midiendo el caudal y la concentración de químicos periódicamente en un solo lugar. Consecuentemente, las fuentes puntuales son relativamente simples de monitorear y regular y pueden a menudo ser controladas mediante el tratamiento de la fuente. Los ingresos no puntuales pueden también ser continuos, pero más a menudo son intermitentes y relacionados a las actividades agrícolas de carácter estacional, como plantaciones, laboreos o eventos irregulares como fuertes lluvias o grandes construcciones. Los ingresos no puntuales, a menudo aumentan debido a la variada gama de actividades que producen cambios en el paisaje y a la entrada de materiales que reciben las aguas como flujo superficial, filtraciones profundas, o a través de la atmósfera. Consecuentemente, las fuentes no puntuales son difíciles de medir y regular (Carpenter et al., 2013).

## **2.8. METALES**

Los metales son componentes naturales de la corteza terrestre, Tienen un papel importante en los organismos al ser parte fundamental de sus funciones

bioquímicas y fisiológicas. Algunos son oligoelementos imprescindibles para el mantenimiento de los sistemas bioquímicos de los seres vivos como, por ejemplo, el cobre, el manganeso o el zinc, que son esenciales en el metabolismo de los mamíferos. Pueden actuar también como potentes tóxicos, tanto para los seres humanos como para los ecosistemas, según cuáles sean sus vías de exposición, la dosis absorbida y la naturaleza química del metal (Ferré et al., 2007).

## **2.9. METALES PESADOS**

Los metales pesados son tóxicos ambientales muy peligrosos. Sus características más comunes son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, todo lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil. Se define a los metales pesados como elementos de elevado peso atómico, potencialmente tóxicos, que se emplean en procesos industriales, tales como el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el plomo (Pb), el mercurio (Hg) y el níquel (Ni) que, incluso en bajas concentraciones, pueden ser nocivos para las plantas y los animales (Rodríguez, 2017).

## **2.10. CADMIO**

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. El cadmio se usa en pinturas, plásticos, pilas, baterías, abonos, soldaduras, asbestos, pigmentos, barras (reactores nucleares), farmacéutica, fotografía, vidrio, porcelana, etc. Para la mayoría de los seres vivos la principal fuente de exposición al cadmio son los alimentos y el agua (Londoño et al., 2016).

El cadmio forma parte de la composición natural de algunas rocas y suelos y provoca una liberación al medio ambiente cercana a 25000 toneladas. Es uno de los contaminantes principales de los suelos agrícolas debido a su alta movilidad (Reyes et al., 2016).

Se utilizan pigmentos a base de cadmio para la fabricación de los productos que se menciona a continuación:

**Cuadro 2.10.** Fuentes causantes de la contaminación con cadmio.

Pinturas
Tintes
Plásticos
Cerámica
Fabricación de baterías níquel- cadmio
Quema de combustibles fósiles
Generación de polvos por el proceso de fabricación de cemento y fertilizantes fosfatados

Las primeras cuatro formas de contaminación mencionadas anteriormente se generan por medio de la utilización de pigmentos a base de cadmio para la fabricación de productos terminados. Estas actividades industriales son consideradas como una gran fuente de emisión a la atmósfera y de contaminación para mantos acuíferos y suelos. Los ríos contaminados con Cd pueden irrigar tierras de cultivos, además de que el Cd es capaz de combinarse con otros elementos y formar compuestos tales como cloruros, óxidos, sulfuros y de esta manera unirse fuertemente a las partículas del suelo (Reyes et al., 2016).

A nivel mundial se ha estimado que el uso de Cd en la actividad industrial se ha incrementado de 18400 toneladas en 2003 a 20400 toneladas en el 2007 (Martínez et al., 2012).

## 2.11. PLOMO

El plomo es un metal pesado que se ha utilizado durante muchos años debido a su resistencia a la corrosión, ductilidad, maleabilidad y facilidad para formar aleaciones (Reyes et al., 2016). Número atómico 82, peso atómico 207, color azulado, Forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos. Se usa como aditivo antidetonante en la gasolina, baterías, en monitores de computadores y pantallas de televisión, joyería, latas de conserva, tintes para el pelo, grifería, pigmentos, aceites, cosmetología, aleaciones, cerámicas, municiones, soldaduras, plomadas, armamento, radiación atómica, insecticidas, etc. (Londoño et al., 2016).

## 2.12. FUENTES DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO

Durante todo este tiempo el plomo natural o antropogénico ha sido introducido en el ambiente a nivel mundial a través del transporte de la atmósfera. Es uno de los metales más conocidos desde la antigüedad, teniendo un uso muy diverso, no solo a nivel industrial sino que está presente de diversas formas en nuestros propios hogares El contacto de plomo puede ser por medio de agua potable, comidas y bebidas contaminadas, con juguetes, medicinas tradicionales, cosméticos y con la tierra, polvo, agua, aire de las cercanías de minas y fundiciones. Aunque a la gasolina y la pintura ya no se les agrega plomo debido a que se le elimino en 1977, dicho elemento aún es un problema de salud (Burger et al., 2010).

**Cuadro 2.12.** La contaminación con plomo se origina de las siguientes fuentes.

<b>PINTURAS:</b> Pintura casera antes de 1978.La pintura a base de plomo es muy peligrosa cuando se está quitando o lijando, ya que estas acciones liberan polvo de plomo diminuto al aire.
<b>GASOLINAS</b>
<b>LUGARES DE TRABAJO CON PRODUCTOS CON PLOMO</b>
<b>CONTAMINACIÓN DE AGUAS, SUELOS, COMIDAS Y BEBIDAS:</b> Suelo contaminado por décadas de emisiones de los carros o años de raspaduras de pinturas de las casas. Por esto, el plomo es más común en los suelos cerca de las autopistas y las casas.

**ALIMENTOS, COSMÉTICOS, REMEDIOS, JOYAS, JUGUETES IMPORTADOS:** Los niños reciben plomo en el cuerpo cuando se llevan objetos de plomo a la boca, en especial si se tragan el objeto. También pueden recibir el veneno del plomo en los dedos al tocar un objeto de plomo que despiden polvo o se está pelando, y luego cuando se llevan los dedos a la boca o si ingieren alimento posteriormente.

**SOLDADURAS Y TUBERÍAS:** El plomo se puede encontrar en el agua potable en casas cuyos tubos hayan sido conectados con soldadura de plomo. Aunque los nuevos códigos de la construcción exigen soldadura libre de plomo, este elemento aún se encuentra en algunos grifos modernos.

**CONTENEDORES Y LATAS**

## **2.13. AFECTACIONES DE LOS METALES PESADOS PARA LA SALUD**

Los metales pesados ocupan el quehacer del hombre en diversas ramas, por lo que no es de extrañar la prevalencia de enfermedades asociadas a estos elementos químicos y a sus compuestos. Las vías fundamentales de entrada de estos químicos al organismo son las vías dérmicas, por ingestión y por inhalación. La exposición a algunos metales pesados ha sido asociada a una gran variedad de efectos adversos sobre la salud, incluyendo el cáncer. Aunque algunos elementos son esenciales para los humanos, pueden ser peligrosos a altos niveles de exposición. Otros metales pesados resultan muy nocivos al no ser degradados fácilmente de forma biológica, ya que no poseen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Rodríguez, 2017).

### **2.13.1. AFECTACIONES DE CADMIO A LA SALUD**

Los lixiviados provenientes de suelos contaminados y de la descarga de efluentes industriales contribuyen a la contaminación de los sistemas acuáticos. La inhalación de cadmio es la principal trayectoria de exposición para su entrada en el cuerpo humano. La absorción gastrointestinal alcanza hasta un 5 % de la ingestión total de cadmio, mientras la absorción por los pulmones podría alcanzar hasta un 50 % del total. El cadmio se transporta a través de la sangre y es ampliamente distribuido en el cuerpo, acumulándose



principalmente en el hígado y los riñones. La exposición aguda al Cd puede causar la muerte en humanos.

La exposición a cantidades muy bajas podría causar irritación gastrointestinal, vómitos y diarreas si el Cd se ingiere, o dolor de cabeza, dolores en el pecho y edema pulmonar, si es inhalado.

El Cd ha sido unido a que induce los cánceres de próstata y pulmón en estudios epidemiológicos y de laboratorio. Una dosis oral de referencia de  $5 \cdot 10^{-4}$  mg/kg/día ha sido estimada para la ingestión de este elemento (García et al., 2012).

### **2.13.2. AFECTACIONES DEL PLOMO A LA SALUD**

Los compuestos elementales y compuestos inorgánicos de plomo están catalogados como posibles agentes carcinógenos en seres humanos (Grupo 2B) por la IARC. A su vez, el plomo orgánico no se clasifica como carcinogénico a los seres humanos (Grupo 3). Los efectos a la salud del plomo son, principalmente, dependientes de las etapas de desarrollo de la exposición y de la magnitud de la dosis interna. La evidencia muestra, que el plomo es multitóxico, causando efectos en el tracto gastrointestinal, sistema cardiovascular, sistema nervioso central y periférico, riñones y el sistema inmunológico. En algunos pacientes, ha sido detectada una encefalopatía después de una exposición aguda al plomo (García et al., 2012).

## **2.14. TIPOS DE MUESTREO**

### **2.14.1. MUESTRA SIMPLE O PUNTUAL**

Es una muestra recogida en un lugar y un momento determinado. Este tipo de muestra se recolecta cuando se sabe que la fuente de la que proviene es bastante constante en su composición durante un periodo considerable. El flujo de agua residual es intermitente y las muestras compuestas pueden ocultar

condiciones extremas, (pH, temperatura), El volumen mínimo debe estar entre 1 y 2 litros (Giraldo, 1995).

### **2.13.2. MUESTRA COMPUESTA**

Mezcla de varias alícuotas de una muestras instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. Cuando las muestras se colectan en una corriente o en un vertimiento continuo, el muestreo compuesto se realiza tomado alícuotas iguales a intervalos regulares de tiempo o proporcional al caudal del punto de muestreo (Mezquida, 2012).

### **2.15. AGUAS RESIDUALES**

Se considera agua residual a toda fuente proveniente de satisfacer una necesidad humana ya sea doméstica, industrial y otras. Esta agua considerada en un 99% agua y en un 1% sólidos en suspensión o sólidos disueltos, los mismos que por sus características se pueden clasificar en inorgánicos (carbonato, sulfato, nitrógeno, fósforo, cloruros y otros tóxicos como el zinc, mercurio, cromo, cadmio, cobre y plomo) y orgánicos (nitrogenados y no nitrogenados). Estas aguas también tienen altas concentraciones de microorganismo patógenos (Ronquillo, 2016).

Conforme a la Ley de Aguas Nacionales (LAN), se define a las aguas residuales como las aguas de composición variada provenientes de las descargas de uso público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento, y en general de cualquier uso, así como la mezcla de ellas (Riveros, 2013).

### **2.16. TIPOS DE AGUA RESIDUAL**

Las aguas residuales pueden provenir de diferentes lugares, es así que dependiendo de su origen pueden ser clasificadas como: Aguas residuales domésticas, Aguas residuales industriales y aguas residuales municipales (Valencia, 2013).

### **2.16.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Las aguas residuales domésticas provienen de áreas residenciales (incluyen residuos provenientes de cocinas, baños, lavado de ropa y drenaje de pisos) y comerciales, incluidas las instituciones y zonas recreativas. Estas normalmente se recogen en un sistema de alcantarillado público. La cantidad de aguas residuales domiciliarias (sanitarias) por lo común se determina a partir del uso del agua y se conoce que sólo el 70% al 90% del agua suministrada llega a las alcantarillas (Barba, 2002). Las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca del 99.9% y un 0.1% de sólidos suspendidos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas sales y metales, siendo este 0.1% el que debe ser sometido a tratamiento en las PTARs. Las aguas residuales domésticas, por lo general, no contienen sustancias peligrosas como son los metales pesados, tóxicos fuertes, entre otros; pero si una elevada cantidad de agentes infecciosos y patógenos, dado que su principal prominencia es de los servicios sanitarios, son aguas con alta cantidad de amonio y nitrógeno debido a las excretas, lo que permite su tratamiento mediante diversos procesos biológicos (Arocutipa, 2013).

### **2.16.2. LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

Son las aguas que han sido utilizadas en procesos industriales y que han recibido subproductos contaminantes como efecto de ese uso. Su calidad es sumamente variable y prácticamente se requiere un estudio particular para cada industria (Díaz & Caballero, 2015).

### **2.16.3. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

Son aquellas procedentes de zonas residenciales, instalaciones públicas o de recreo e instalaciones comerciales o similares. El agua residual municipal fresca y recién generada presenta un color gris y olor a queroseno, pero al pasar el tiempo de ser generada se vuelve séptico y pestífero con un olor a sulfhídrico y un característico color negro (Riveros, 2013).

#### **2.16.4. AGUAS RESIDUALES COMERCIALES**

Proviene de locales comerciales como rastros, pequeñas industrias que suelen estar conectadas a un sistema común de alcantarillado (Urzúa, 2008).

#### **2.17. TEMPERATURA**

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio. Para obtener buenos resultados debe tomarse en el sitio del muestreo (Muñoz, 2008).

#### **2.18. pH**

La determinación del pH es una de las pruebas más importantes utilizadas en los análisis físicoquímicos de aguas, tanto en tratamiento de aguas residuales como en el de aguas potables. El valor del pH dependerá de la actividad del ion  $H^+$  a una determinada temperatura, razón por la cual este parámetro va a depender directamente de la temperatura (Bermeo & Salazar, 2013).

#### **2.19. CAUDAL ECOLOGICO**

El caudal ecológico podría definirse como el flujo de agua requerido para mantener las necesidades mínimas de los ecosistemas acuáticos existentes en un área de influencia antrópica que modificara los caudales naturales de un río o quebrada. Los caudales ecológicos son escurrimientos que se dejan fluir por el río para preservar la integridad ecológica sin menoscabo del desarrollo de los habitantes (Parra, 2012).

#### **2.20. CAUDAL AMBIENTAL**

El Caudal Ambiental es la cantidad, calidad y régimen o estacionalidad de flujos requeridos para sostener los ecosistemas dulceacuícolas y estuarios, así como los servicios que provee, bajo escenarios de competencia por los usos del agua y se involucra a las poblaciones que dependen de estos ecosistemas (Izquierdo & Madroño, 2013).

### **2.21. CUENCA HIDROGRÁFICA**

Cuenca hidrográfica es un concepto utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar. Una cuenca es un territorio mayor a 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas; las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, y cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas (Sánchez et al., 2003).

### **2.22. NORMAS**

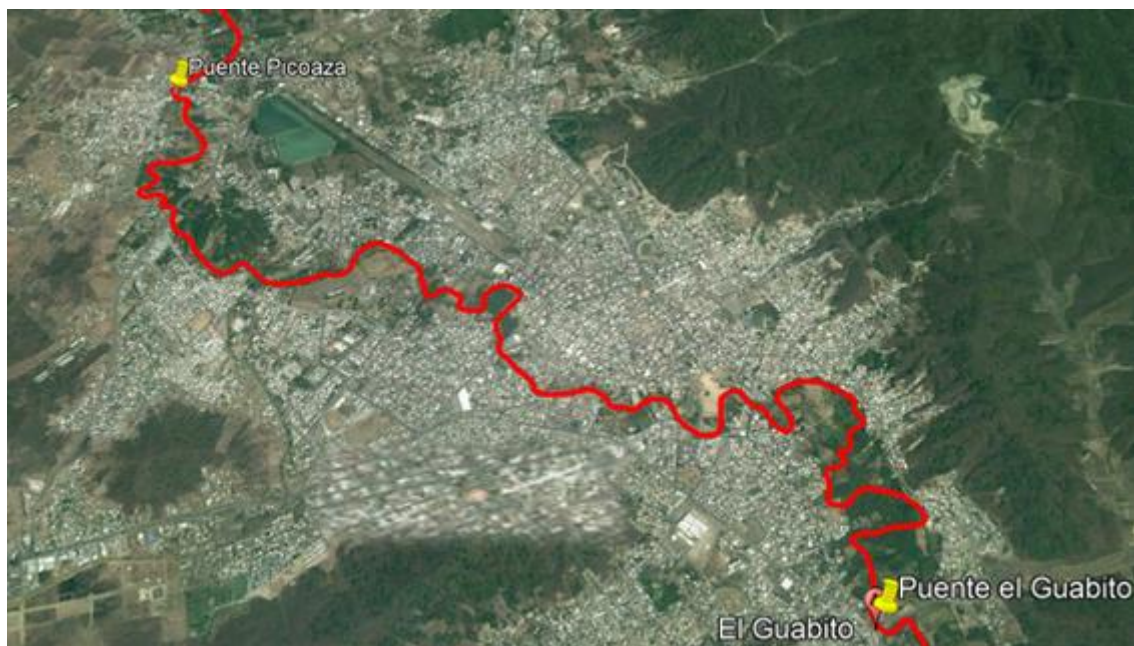
La Ley de Gestión Ambiental, que se encuentra en el libro VI del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente), establece los procedimientos para regular actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental, entendiendo a esta como el conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad, en relación a la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan afectar al mantenimiento (MAE, 2015).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La investigación se ejecutó en un tramo del río Portoviejo el cual atraviesa el casco urbano, desde el puente el Guabito con sus coordenadas  $1^{\circ} 4'34.60''\text{S}$  -  $80^{\circ}26'20.16''\text{O}$  hasta el puente de Picoaza con sus coordenadas  $1^{\circ} 2'1.18''\text{S}$  -  $80^{\circ}29'27.53''\text{O}$ .

Foto 3.1. Tramo de la investigación zona metropolitana del río Portoviejo.



### 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo un periodo de duración de 10 meses a partir del mes de marzo a diciembre del 2018.

### 3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de tipo cuantitativa no experimental

### **3.4. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Actividades antropogénicas

#### **3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Concentraciones de Cadmio y Plomo

### **3.5. PROCEDIMIENTO**

Para el desarrollo de la presente investigación, se establecieron 3 fases, cada una con sus respectivas actividades, las cuales se detallan a continuación:

#### **3.5.1. FASE 1: DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO**

##### **3.5.1.1. Actividad 1.- Elaboración de encuestas y ficha de observación de indicadores antropogénicos**

Para la determinación de las actividades antropogénicas relacionadas con la calidad del agua del río Portoviejo se ejecutó de la siguiente manera:

- Se realizaron encuestas (Anexo 1) para obtener información referente de la incidencia de las actividades antropogénicas en la presencia de metales pesados plomo y cadmio en el cauce del río, la cual se realizó mediante la aplicación de una muestra de interés a la población de la zona urbana (Bustamante, 2015) de la ciudad de Portoviejo, tomando en consideración su nivel de instrucción, considerando un grado de educación superior.

Para sacar el tamaño muestral se aplicó la ecuación propuesta Jiménez, C. et al. (1999) donde:

$$n = \frac{N(PQ)}{(N - 1) \frac{\alpha^2}{K^2} + 0,25}$$

Dónde:

$n$  = Tamaño de la muestra.

$N$  = Tamaño de la población = 41.042 personas con educación superior.

$PQ$  = Probabilidad de ocurrencia por la de no ocurrencia =  $0,5 \times 0,5 = 0,25$

$\alpha$  = Intervalo o nivel de confianza = 0,08 (92% de confianza)

$K$  = Constante de corrección del error = 2

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$n = \frac{41042(0,25)}{(41042 - 1) \frac{0,08^2}{2^2} + 0,25}$$

**$n = 156$  personas**

Las 156 personas de la muestra se seleccionaron con base su nivel de instrucción (educación superior) de la última información censal del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo de la zona urbana de la ciudad de Portoviejo. Esta muestra se asegura como representativa de la población con el 92% de confianza, apta para un estudio de esta naturaleza (Bustamante, 2015).

### **3.5.1.2. Actividad 2.- Zonificación cartográfica del mapa de actividades y ficha de observación**

Para localizar las fuentes de contaminación se llevó a cabo el reconocimiento general del área de estudio, para lo cual se hicieron varias visitas técnicas, y conforme al reconocimiento se establecieron 5 estaciones de muestreos mediante la aplicación de una ficha de observación (Anexo 2), siendo estas las



áreas de mayor influencia como lo estipula (Boy, 2014). Ya establecidos los puntos de muestreos se efectuó la georreferenciación, utilizando como herramienta el programa ArcGis se realizó la representación cartográfica en hojas de papel tamaño A4, de mapas (Imagen satelital) para obtener la ubicación específica de cada una de las estaciones.

### **3.5.2. FASE 2: PONDERAR LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN SU CONTENIDO DE CADMIO Y PLOMO**

#### **3.5.2.1. Actividad 3.- Toma de muestras para el análisis de cadmio y plomo**

De acuerdo con la metodología de (Fernández et al., 2007) la toma de muestra se realizó en el centro de la corriente a una profundidad de 20cm y se la hizo en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico para evitar la contaminación de la muestra. Para la recolección se utilizó guantes quirúrgicos y frascos de vidrio de boca ancha.

El recipiente de vidrio, se lavó con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada, se llenó los frascos completamente y se taparon de tal forma que no exista aire sobre la muestra, ya que esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte de acuerdo a la NTE INEN 2 169:98. Las muestras recolectadas tuvieron que conservarse y enviarse en cajas térmicas (Coolers) con hielo inmediatamente después de la recolección, evitando también la luz solar y cada una con su respectiva etiquetación (Fernández et al., 2007). Con un tiempo máximo de envío de 24 horas requeridos por el laboratorio.

#### **3.5.2.2. Actividad 4.- Ensayo de laboratorio de las muestras en los estándares establecidos**

Las muestras fueron enviadas al laboratorio Aqlab en la ciudad del Coca, el cual está acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE C 14-009, en

donde se realizaron los análisis de las 5 muestras, los métodos utilizados para plomo y cadmio fueron por espectrofotometría de absorción atómica.

### **3.5.3. FASE 3: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN EL ECUADOR**

#### **3.5.3.1. Actividad 5.- Comparación de los resultados de los análisis con los límites permisibles establecidos de acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)**

Los resultados obtenidos en agua superficiales fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el (Anexo 3) del libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1 - 2. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 de Julio 2015.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

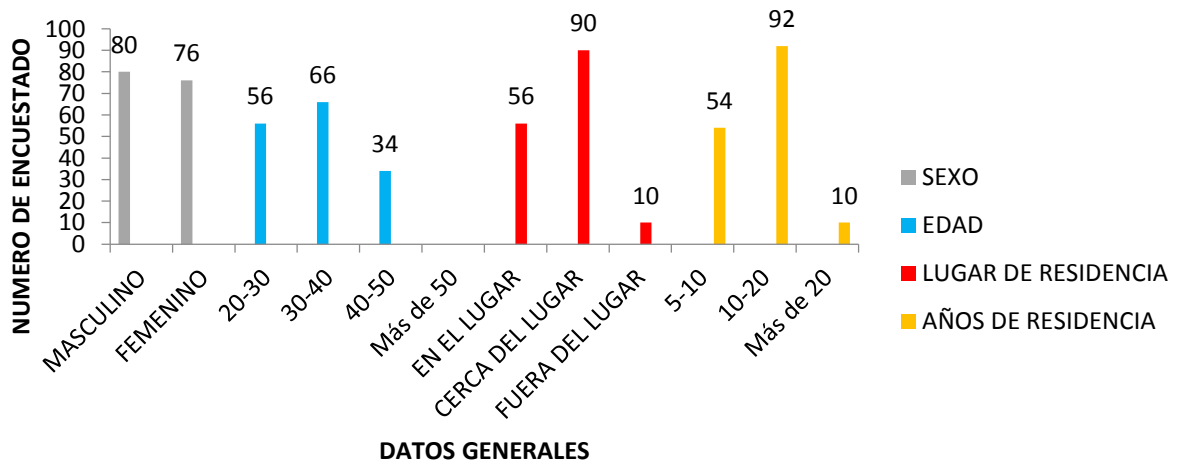
### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO

Resultados obtenidos de las 156 encuesta ciudadanas (nivel de educación superior) sobre las actividades antropogénicas en su relación con la calidad del agua del río de Portoviejo.

Gráfico 4.1. Datos generales de las actividades antropogénicas en el área metropolitana de la ciudad de Portoviejo.

### ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DE PORTOVIEJO



Podemos notar que los años de residencia del 92% de los habitantes encuestados es de (10-20); siguiéndoles el lugar de residencia con un 90% cerca del río. El 80% fue de sexo masculino y la edad más significativa va desde (30-40) años con un porcentaje del 66%.

La segunda sección de la encuesta fue la evaluación de la acción influyente

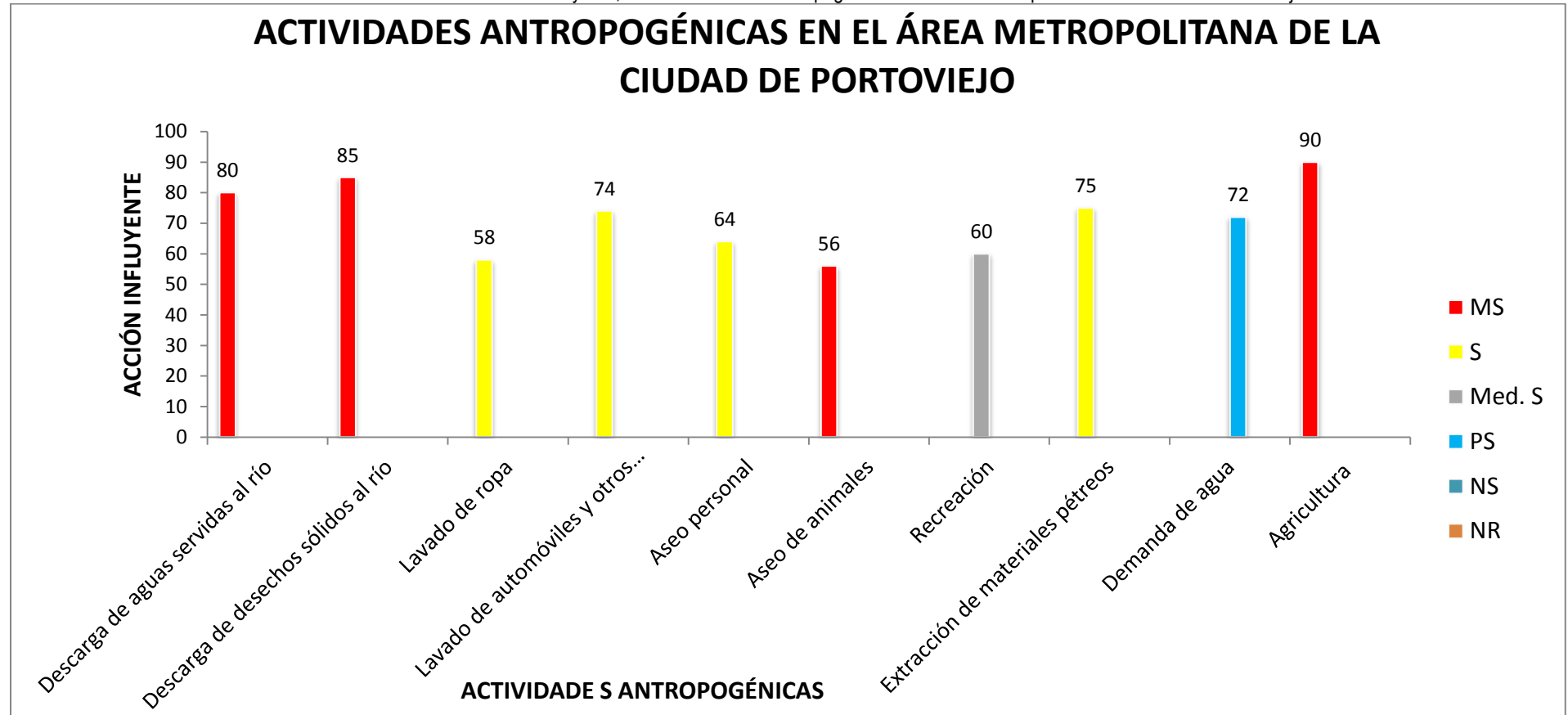
**Cuadro. 4.1. Resultados de la segunda sección de las encuestas sobre actividades antropogénicas**

<b>ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS</b>	<b>MS</b>	<b>S</b>	<b>Me S</b>	<b>PS</b>	<b>NS</b>	<b>NR</b>
<b>a) Descarga de aguas servidas al río</b>	80	63	13	0	0	0
<b>b) Descarga de desechos sólidos al río</b>	85	55	15	1	0	0
<b>c) Lavado de ropa</b>	40	58	35	12	11	0
<b>d) Lavado de automóviles y otros automotores</b>	42	74	40	0	0	0
<b>e) Aseo personal</b>	62	64	20	10	0	0
<b>f) Aseo de animales</b>	56	48	26	23	3	0
<b>g) Recreación</b>	23	40	60	23	10	0
<b>h) Extracción de materiales pétreos</b>	30	75	30	12	9	0
<b>i) Demanda de agua</b>	30	30	24	72	0	0
<b>j) Agricultura</b>	90	30	36	0	0	0
<b>TOTAL</b>	538	537	299	153	33	0
<b>TOTAL, AGRUPADOS</b>		<b>1374</b>			<b>186</b>	

**Legenda:** Muy significativa (MS), Significativa (S), Medianamente significativa (Med. S), Poco significativa (PS), No significativa (NS), No responde (NR) La Influencia siempre fue negativa (Bustamante, 2015).

Considerando los resultados de la tabla (4.1.) se analizaron cuáles fueron las actividades antropogénicas en el área metropolitana de la ciudad de Portoviejo.

**Gráfico 4. 2.** Evaluación de la acción influyente, de las actividades antropogénicas en el área metropolitana de la ciudad de Portoviejo.



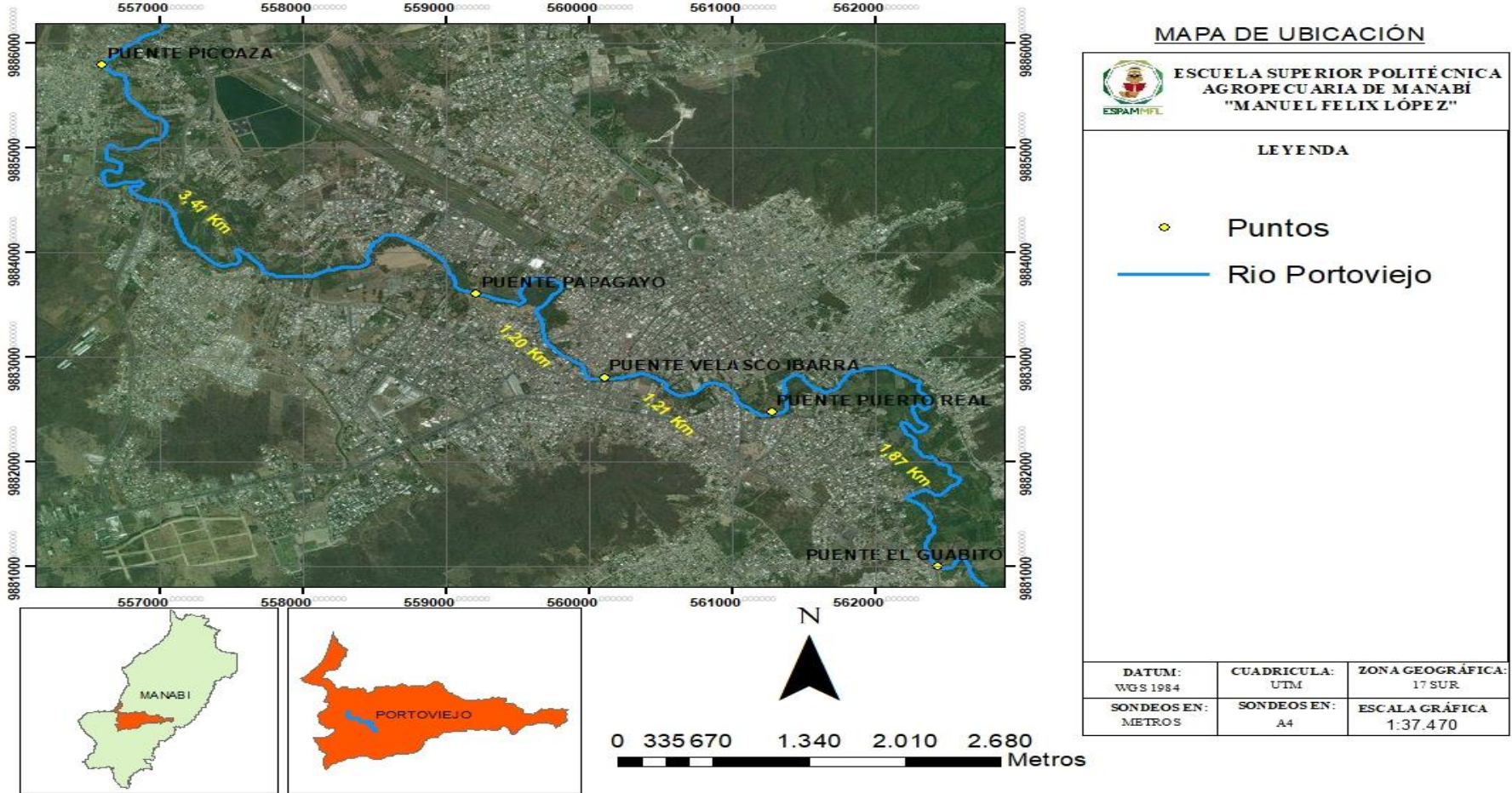
Las actividades que influyen negativamente en la calidad del agua del río de Portoviejo es la agricultura con un 90%, desechos sólidos con un 85% y las descargas de aguas servidas con un 80% de manera “Muy significativa”. El 75% de los encuestados consideran que es “Significativa” la acción de extracción de materiales pétreos, pero a su vez el 74% considera que la intervención de lavado de automóviles y otros automotores. El 72% considero que la demanda de agua es poco significativa para el río Portoviejo y el 60% indica que la recreación “No significa” ningún peligro.

En la tabla (4.1.) se destaca que los parciales de muy significativa (MS), significativa (S) y medianamente significativa (Med. S), agrupan un total de 1374, al considerar todas las actividades antropogénicas. En el otro grupo se incluyen las poco significativa (PS), no significativa (NS) y no responde (NR), teniendo como resultado 186, valor que habrá que verificar que es significativamente menor que el anterior.

#### **4.1.2. PONDERAR LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN SU CONTENIDO DE CADMIO Y PLOMO**

Para ponderar la calidad del agua, se realizó mediante la metodología estipulada por Boy en el (2014), que consiste en tomar 5 muestras directamente del lugar de afectación y enviarlas al laboratorio AqLab acreditado por el MAE, para que ellos por medio del método espectrofotometría de absorción atómica analizaran las muestras y posterior mente reporten los resultados pertinentes.

Foto 4.1. Estaciones de muestreo de la cuenca de Portoviejo



Las coordenadas proyectadas en UTM donde se establecieron las estaciones de muestreo son las siguientes:

Cuadro 4.2. Coordenadas de las estaciones de muestreo

ESTACIONES	COORDENADAS	
	(X)	(Y)
<b>E1: Puente Guabito</b>	562442	9881001
<b>E2: Puente Puerto Real</b>	561282	9882472
<b>E3: Puente Velasco Ibarra</b>	560115	9882808
<b>E4: Puente del Papagayo</b>	559211	9883608
<b>E5: Puente Picoaza</b>	556599	9885795

Cuadro 4.3: Parámetros físicos de la toma de muestras

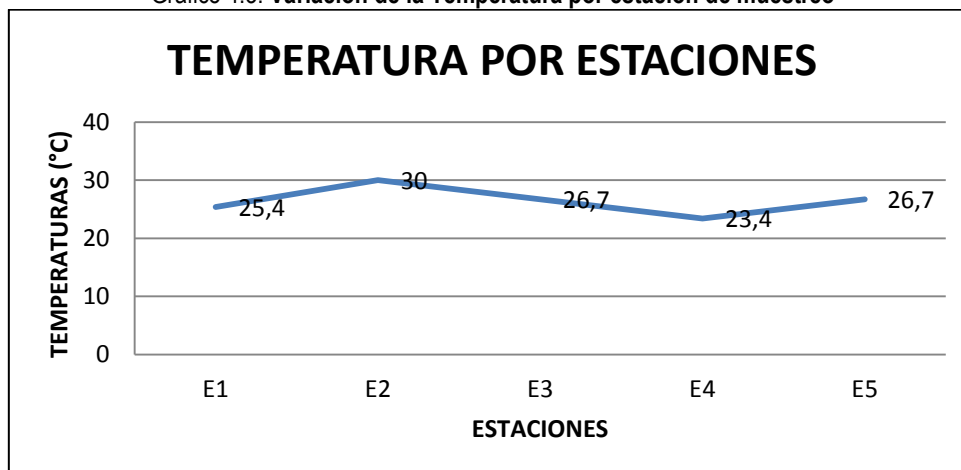
PARAMETROS GENERALES		
Puntos de Muestreo	Temperatura (°C)	pH
E1: Puente Guabito	25,4	6,4
E2: Puente Puerto Real	30	7,86
E3: Puente Velasco Ibarra	26,7	6,39
E4: Puente del Papagayo	23,4	6,4
E5: Puente Picoaza	26,7	7,2

Los parámetros físicos fueron tomados in situ, y las mediciones fueron realizadas por los autores.

La toma de muestras se elaboró en estas condiciones debido a que las características del agua cambian desde el momento que se toman hasta su posterior análisis. Para que se dieran las condiciones óptimas las muestras tuvieron que ser refrigeradas a 4°C.

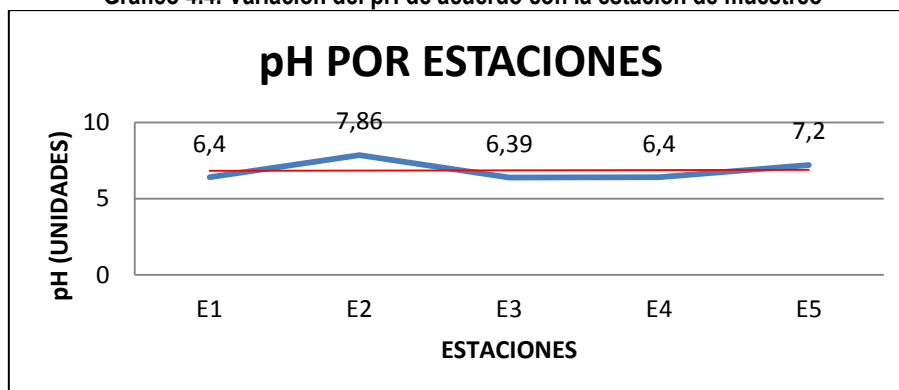


Gráfico 4.3. Variación de la Temperatura por estación de muestreo



El gráfico (4.3.) muestra las estaciones E1, E2, E3, E4, E5 y las respectivas temperaturas en grados Celsius (°C). Los puntos en donde se hallaron altos grados de temperatura fueron E2 con un valor de 30°C, E3 y E5 con un valor aproximado de 26,7°C y el resto con valores sobre los 20°C, de manera que no excede lo que indica la normativa ecuatoriana la cual permite valores < 40°C. En relación al comportamiento observado en el gráfico anterior notamos que la temperatura no es constante, debido a que en algunas estaciones se encontraron partículas suspendidas en unos lugares más que en otros.

Gráfico 4.4. Variación del pH de acuerdo con la estación de muestreo



El Gráfico (4.4.) muestra el pH por cada estación. Según la norma ecuatoriana el pH debe estar entre un rango de 6,5 hasta 8,5 (MAE, 2015) y lo que se observa en la gráfica es diferente, pues en las estaciones E1, E2, E3, E4 y E5 los valores del límite inferior de concentración de iones hidrogeno en el agua fueron de 6 hasta 7 unidades. En cuanto al límite superior es de 8,5 y los valores de las estaciones se encontraron dentro de ese rango.

Cuadro. 4.4. Resultados de los análisis de niveles de cadmio en agua del río Portoviejo

ESTACIONES	LABORATORIO (AQLAB)		
	PARAMETROS	UNIDAD	A 8913
<b>E1: Puente Guabito</b>	Cadmio	mg/l	0,02
<b>E2: Puente Puerto Real</b>	Cadmio	mg/l	0,02
<b>E3: Puente Velasco Ibarra</b>	Cadmio	mg/l	0,02
<b>E4: Puente del Papagayo</b>	Cadmio	mg/l	0,02
<b>E5: Puente Picoaza</b>	Cadmio	mg/l	0,02

Cuadro. 4.5. Resultados del análisis de niveles de plomo en agua del río Portoviejo

ESTACIONES	LABORATORIO (AQLAB)		
	PARAMETROS	UNIDAD	A 8913
<b>E1: Puente Guabito</b>	Plomo	mg/l	0,064
<b>E2: Puente Puerto Real</b>	Plomo	mg/l	0,059
<b>E3: Puente Velasco Ibarra</b>	Plomo	mg/l	0,043
<b>E4: Puente del Papagayo</b>	Plomo	mg/l	0,043
<b>E5: Puente Picoaza</b>	Plomo	mg/l	0,044

#### 4.1.3. COMPARAR LOS RESULTADOS CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN EL ECUADOR

A continuación, se presenta la comparación de los resultados obtenidos con límites máximos permisibles de las tablas 1 y 2 del (Anexo 3) del acuerdo ministerial N° 097 para aguas superficiales (MAE, 2015).

Cuadro 4.6. Resultados de los análisis de los niveles de cadmio y plomo en agua del río Portoviejo

ESTACIONES	Parámetro	Concentración	Parámetro	Concentración
<b>E1: Puente Guabito</b>	Cadmio	0,02 mg/L	Plomo	0,064 mg/l
<b>E2: Puente Puerto Real</b>	Cadmio	0,02 mg/L	Plomo	0,059 mg/l
<b>E3: Puente Velasco Ibarra</b>	Cadmio	0,02 mg/L	Plomo	0,043 mg/l
<b>E4: Puente del Papagayo</b>	Cadmio	0,02 mg/L	Plomo	0,043 mg/l
<b>E5: Puente Picoaza</b>	Cadmio	0,02 mg/L	Plomo	0,044 mg/l

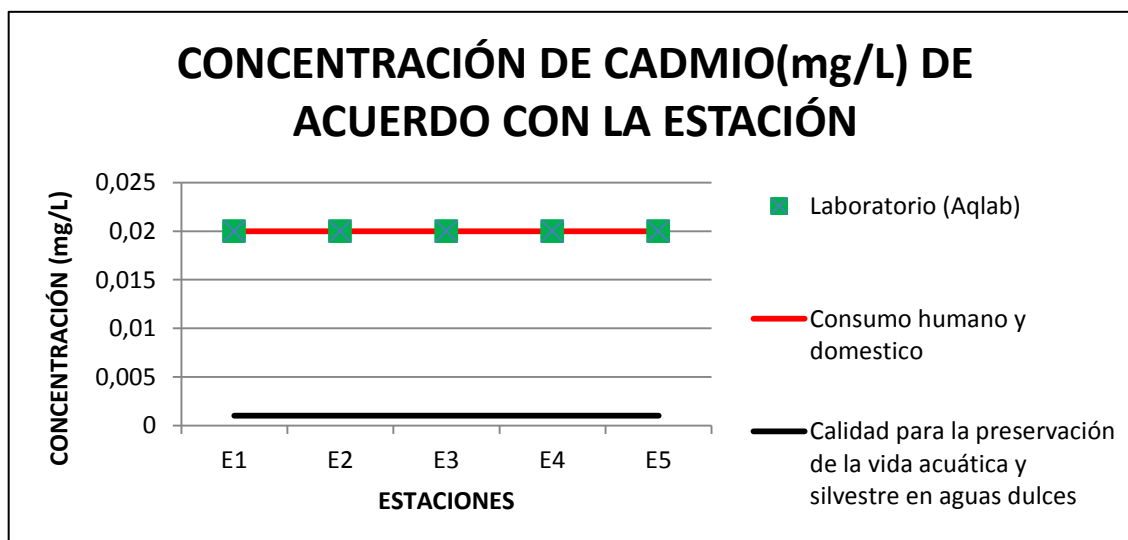
Cuadro 4.7. Norma ecuatoriana acerca de criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Plomo	Pb	mg/l	0,01

Cuadro 4.8. Norma ecuatoriana de criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Plomo	Pb	mg/l	0,001

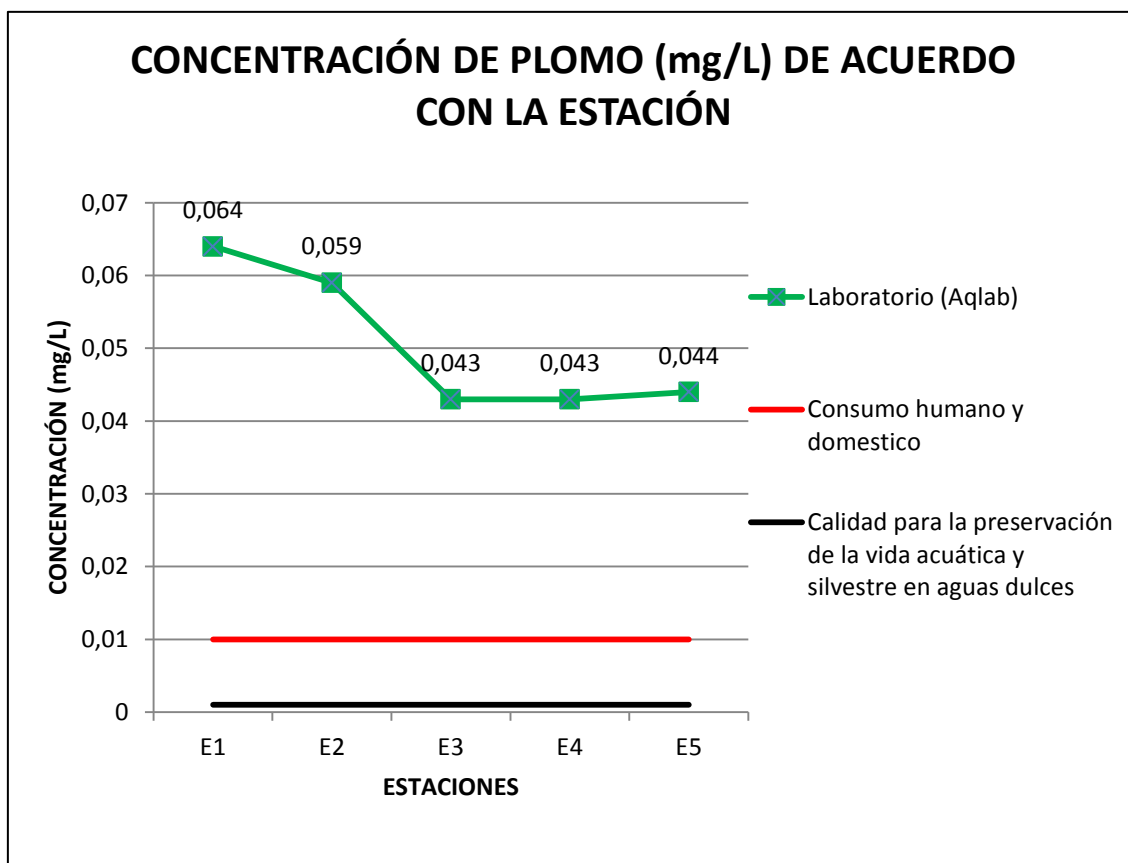
Gráfico 4.5. Variación de la concentración de cadmio en mg/L de acuerdo con la estación correspondiente, teniendo en cuenta las normas de calidad



El gráfico (4.5.) muestra los resultados de las concentraciones de cadmio por cada estación analizadas como lo que indica las correspondientes mediciones en el mes de Julio del 2018. El muestreo de las cinco estaciones fue

considerados en un valor de ( $\leq 0,02$ ) lo cual está en el rango establecido para el consumo humano y uso doméstico, pero a su vez está por encima de los niveles admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces (MAE, 2015).

Gráfico 4.6. Variación de la concentración de plomo en mg/L de acuerdo a los puntos de muestreo correspondiente, teniendo en cuenta la norma de calidad.



Los resultados de las concentraciones de plomo en el río Portoviejo correspondientes al mes de Julio del 2018, son considerados valores por encima de los límites permisibles tanto para el consumo humano como para la preservación de la vida acuática y silvestre llegando a un valor máximo de (0,064) en la primera estación y un mínimo de (0,043) en las E3 y E4.

## 4.2. DISCUSIÓN

Se realizó una comparación de las concentraciones obtenidas en el río Portoviejo por cada estación con los límites máximos permitidos para cadmio (0,02 mg/l) y plomo (0,01 mg/l) establecidos dentro los criterios de calidad admisibles para consumo humano y uso doméstico; y para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios para cadmio (0,001 mg/l) y plomo (0,001 mg/l ) presentes en el Anexo 1 – Libro VI del TULSMA, dándonos cuenta que las concentraciones de plomo exceden (>0,043 mg/L) el mismos que sobrepasan en gran medida; a diferencia del cadmio su valor fue (0,02 mg/l) donde se encuentra dentro de los límites permisibles para consumo humano pero alto para vida acuática.

Evidenciando el estado de contaminación en que se encuentran el río Portoviejo, siendo sus aguas inadecuadas para consumo humano y vida acuática; y muestran la urgencia necesaria de aplicar medidas que ayuden a mitigar el grave impacto que las actividades humanas han generado en esta cuenca de enorme importancia para la región central de Manabí.

Este trabajo de investigación asume la realidad que afronta el casco urbano del río Portoviejo donde los metales o cualquier otra sustancia presente en la fase suelo-agua puede verse fácilmente transportado debido a factores climáticos y naturales como lluvias y escorrentías, pues considerando que en el río Portoviejo el agua es utilizada para el riego de cultivos, y actividades agropecuarias entre otras.

Así mismo, se hace oportuno dar a conocer que debe existir límites máximos permitidos para metales pesados en organismos acuáticos dentro de las leyes ambientales del Ecuador que ayuden a su conservación y posterior protección, debido a que estos metales (Cd y Pb) por diversos factores medio ambientales y su comportamiento químico pueden ser acumulados por la biota llegando a biomagnificarse.

#### **4.2. COMPROBACIÓN / DESAPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

La hipótesis de investigación “Las actividades antropogénicas influyen negativamente en la calidad del agua del río Portoviejo, zona metropolitana, tomando como base los metales pesados cadmio y plomo”, se verificó atendiendo, primero a los resultados de las encuestas a la población (muestra representativa) que refiere con aceptable precisión la percepción ciudadana se inclina significativamente por estimar que las actividades agrícolas; los vertimientos de aguas servidas y residuos sólidos, que realizan mayoritariamente, en el seno y márgenes del río tiene en mayor o menor grado, son las principales causas del deterioro de la calidad de sus aguas. Después la hipótesis se contrastó con base en los resultados de todas las muestras y considerando todos los parámetros analizados en el laboratorio, nos permitió determinar que es de baja calidad para la preservación de la vida acuática y para consumo humano con un valor ( $>0,043$ ) en plomo, a diferencia del cadmio su valor fue (0,02 mg/l) donde se encuentra dentro de los límites permisibles para consumo humano pero alto para vida acuática, lo cual nos indica que si hay contaminación metálica porque están por encima de los límites permisibles de la tabla 1-2 de la calidad ambiental (MAE, 2015).

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Las actividades antropogénicas que tuvieron mayor afectación en la calidad del agua del río Portoviejo fueron las actividades agrícolas, vertimiento de aguas servidas y descargas de desechos sólidos, siendo estas muy significativas de acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de valoración de acción influyente de actividades antropogénicas.
- Se pudo evidenciar que la metodología utilizada para la toma de las muestras permitió obtener resultados confiables de las concentraciones de plomo y cadmio, dando como valor máximo para plomo 0,064 y cadmio 0,02 en el cauce del río Portoviejo.
- Los niveles de metales pesados en la zona metropolitana del río Portoviejo se encuentran por encima de los límites permisibles como se evidencian en los resultados de las cinco estaciones de muestreo, lo cual nos indica que si hay presencia de contaminación metálica.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar futuras investigaciones en áreas que no fueron consideradas en el estudio, con la finalidad de tener referencia en su totalidad de la cuenca de río Portoviejo.
- Realizar programas de difusión y sociabilización a los habitantes de la ciudad de Portoviejo sobre el manejo de desechos sólidos y líquidos al cauce de río.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A; Durán, N. 2010. Conceptos de calidad del agua: un enfoque multidisciplinario. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://ru.iiec.unam.mx/65/1/CalidadAgualmpr.pdf>
- Arocutipa, J. 2013. "Evaluación Y Propuesta Técnica De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En Massiapo Del Distrito De Alto Inambari - Sandia".pg.23. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en:[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa\\_Lorenzo\\_Juan\\_Hipolito.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa_Lorenzo_Juan_Hipolito.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Barba, L. 2002. Conceptos Básicos De La Contaminación Del Agua Y Parámetros De Medición. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Bermeo, D; Salazar, F. 2013. Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de una empresa textil. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6215/1/UPS-GT000524.pdf>
- Bermúdez, M. 2010. Contaminación Y Turismo Sostenible. . (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>
- Burger, M; Pose, D. 2010. Plomo salud y ambiente. Pg. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [https://www.paho.org/uru/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=publicaciones-salud-y-ambiente&alias=31-plomo-salud-y-ambiente-experiencia-en-uruguay&Itemid=307](https://www.paho.org/uru/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=publicaciones-salud-y-ambiente&alias=31-plomo-salud-y-ambiente-experiencia-en-uruguay&Itemid=307)
- Bustamante, K. 2015. Las actividades agrícolas (arroceras) y domésticas y sus relaciones con la calidad del agua del estero Chiquito, parroquia la Victoria, cantón Salitre, provincia Guayas. Universidad de Guayaquil Unidad de postgrado investigación y desarrollo Maestría en administración ambiental (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26550/1/T-UG-DP-MAA-037.pdf>
- Boy, A. 2015. Determinación de metales pesados en agua, peces, almejas e Hydrilla Verticillata del lago de Izabal. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_3741.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3741.pdf)



- Carpenter, S; Chair, N; Caraco, D. Correll, R; Howarth, A; Val, S. 2013. Contaminación No Puntual De Aguas Superficiales Con Fósforo Y Nitrógeno. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2013/03/numero3.pdf>
- Chang, J. 2009. Calidad de agua. Pg. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201,2,3.pdf>
- Delgado, V; Mielles, L. 2010. Identificación de metales pesados para establecer el nivel de contaminación en el río Portoviejo entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto en la ciudad de Portoviejo durante el período 2009 – 2010. Ecuador. (En línea). EC. Consultado, 15 de Oct. 2017. Formato PDF. Disponible en [revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/download/624/505/](http://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/download/624/505/)
- Diaz, H; Caballero, J. 2015. Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico - económico - TESIS ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de Súper pro Designer V6 – 2015.pg.26. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- El Universo, 2013. Río Portoviejo con alta contaminación. (En línea). EC. Consultado, 16 de Oct. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.eluniverso.com>
- Fernández, A; Huamaní, Rojas, J; Lavado, I.2007. Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)
- Fernández, A. 2012. El agua: un recurso esencial. Pg.148. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Ferré, N; Schuhmacher, M; Domingo, J. 2007. Metales Pesados Y Salud. Pg.51-52. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/revista-seguridad/n108-programa-hra-metales-pesados.pdf>
- García, N; Pedraza, J; Montalvo, J; Martínez, M; Leyva, J. 2012. Pg. 129-130. Evaluación Preliminar De Riesgos Para La Salud Humana Por Metales Pesados En Las Bahías De Buenavista Y San Juan De Los Remedios,

Villa Clara, Cuba. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543726004.pdf>

Giraldo, G. 1995. MANUAL DE ANÁLISIS DE AGUAS. Pg.1. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/50540/1/manualdeanalisisdeaguas.pdf>

Izquierdo, M; Madroñero, S. 2013. Régimen De Caudal Ecológico, Herramienta De Gestión Para Conservar La Biota Acuática. Nariño Colombia. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v23n2/v23n2a05.pdf>

Londoño, L; Londoño, P; Muñoz, F. 2016. Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. Pg. 148-149. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>

MAE (Ministerio del Ambiente Ecuatoriano). 2015. Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. (En línea). EC. Consultado 20 jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>

Martínez, K; Souza, V; Bucio, L; Gómez, L; Gutiérrez, M. 2012. Cadmio: efectos sobre la salud. Respuesta celular y molecular. Laboratorio de Fisiología , Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, Iztapalapa, México D. F. 09340 (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/articulos/2.pdf](http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/articulos/2.pdf)

Mezquida, R. 2012. Toma De Muestras. Pg.2. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://www.cvs.gov.co/jupgrade/images/stories/docs/varios/MT-LAB-CVS\\_04\\_Toma\\_de\\_muestras\\_V4.pdf](http://www.cvs.gov.co/jupgrade/images/stories/docs/varios/MT-LAB-CVS_04_Toma_de_muestras_V4.pdf)

Muñoz, A. 2008. Caracterización y tratamiento de aguas residuales. . (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/?sequence=1>

ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015. (En línea). EC. Consultado, 16 de Oct. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>

- Parra, E. 2012. Modelamiento Y Manejo De Las Interacciones Entre La Hidrología, La Ecología Y La Economía En Una Cuenca Hidrográfica Para La Estimación De Caudales Ambientales. Medellín Colombia. Pg. 7. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/9163/1/71194057.2013.\\_Parte1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/9163/1/71194057.2013._Parte1.pdf)
- Pérez, A. 2012. Utilización Con Fines De Riego Del Efluente De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales De La Ciudad Universitaria, Usac. Pg. 13. . (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0223\\_MT.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0223_MT.pdf)
- Reyes, Y; Vergara, I; Torres, O; González, E; Diaz, M. 2016. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS: IMPLICACIONES EN SALUD, AMBIENTE Y SEGURIDAD. ALIMENTARIA. Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá D.C., Colombia), Facultad de Ingeniería, Instituto Geofísico. Colombia. (En línea). EC. Consultado, 16 de Oct. 2017. Formato PDF. Disponible en: [revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria\\_sogamoso/article/download/5447/4518](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/download/5447/4518)
- Riveros, B. 2013. Tratamiento De Aguas Residuales Municipales En La Ciudad De México. pg.13. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3205/Tesis\\_BrunoRiveros.pdf?sequence=1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3205/Tesis_BrunoRiveros.pdf?sequence=1)
- Rodríguez, D. 2017. Intoxicación ocupacional por metales pesados. Pg. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v21n12/san122112.pdf>
- Ronquillo, R. 2016. "DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA SER UTILIZADA EN EL RIEGO DEL PARQUE SAMANES. Pg. 5. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16077/1/TESIS%20MGA%2047\\_%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20residuales.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16077/1/TESIS%20MGA%2047_%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20residuales.pdf)
- Sánchez, A; García, R; Palma, A. 2003. La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. (En línea). Consultado 20 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: [http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca\\_hidrografica.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf)
- Secretaria Nacional de planificación y desarrollo. (SENPLADES). 2013. Informe a la Nación. (En línea). EC. Consultado, 20 de Oct. 2017. Formato PDF.
- Segura, S. 2007. Estudios de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20d>

e%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf

Urzúa, F. 2008. Determinación De La Eficacia De La Planta De Tratamiento De Agua Residual De Estanzuela, Zacapa. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QB906.pdf>

Valencia, A. 2013. Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis-provincia de Chimborazo.pg.2. (En línea). Consultado 15 de Nov. 2017. Formato PDF.

# **ANEXOS**



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PORTOVIEJO (CADMIO Y PLOMO, ZONA METROPOLITANA)

### DATOS DE LA ENCUESTA

#### SECCIÓN 1: DATOS GENERALES (MARQUE CON UNA X)

##### 1. SEXO DEL ENCUESTADO

MASCULINO	
FEMENINO	

##### 2. EDAD DEL ENCUESTADO (AÑOS)

20-30	
30-40	
40-50	
Más de 50	

##### 3. LUGAR DE RESIDENCIA

En el lugar	
Cerca del lugar	
Fuera del lugar	

##### 1. AÑOS DE RESIDENCIA (AÑOS)

5-10	
10-20	
Más de 20	

## SECCIÓN 2: CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA (MARQUE CON UNA X)

1. Usted considera que la descarga de aguas servidas al río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

2. Usted considera que la descarga de desechos sólidos al río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

3. Usted considera que el lavado de ropa en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

4. Usted considera que el lavado de automóviles y otros automotores en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

5. Usted considera que el Aseo personal en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

6. Usted considera que el Aseo de animales en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

7. Usted considera que el uso recreativo del agua en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

8. Usted considera que la Extracción de materiales pétreos en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

9. Usted considera que la Demanda de agua en el río Portoviejo es:

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	



10. Usted considera que la agricultura en el río Portoviejo es :

ALTERNATIVA	RESPUESTA
Muy significativa (MS)	
Significativa (S)	
Medianamente significativa (Med. S)	
Poco significativa (PS)	
No significativa (NS)	
No responde (NR)	

## ANEXOS 2: Ficha de observación

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Nombre del observador:					
Río:					
Localidad:			Punto de muestreo:		
Coordenadas UTM:	X:		Y:		
1. CARACTERÍSTICAS DE RÍO					
Anchura (m):			Profundidad (m):		
Contaminación aparente:	Nula:		Baja:		Media: Alta
2. MEDIDA DE pH					
pH del agua del río:			Hora:		
3. MEDIDA DE TEMPERATURA					
Temperatura del agua del río:			Hora:		
Observaciones:					

### ANEXOS 3: Tablas del TULSMA

Anexo 3.1: Tabla 1 criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Fluoruro	F <sup>-</sup>	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	50,0
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

**Anexo 3.2:** Tabla 2 límites de criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS				
PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio <sup>(1)</sup>	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total <sup>(2)</sup>	NH <sub>3</sub>	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl <sub>2</sub>	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles <sup>(3)</sup>		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,2	
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condicion natural	-

## Anexo 4.1: Informe de la muestra 1 (E1)



Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

Laboratorio de ensayo  
acreditado por el SAE con  
acreditación  
Nº OAE LE C 14-009

---

**INFORME DE ENSAYO Nº 11374**  
**REEMPLAZA AL INFORME DE ENSAYO Nº: 10985**

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**

**SAS: 18-643**

Solicitado por: Sr. Jean Piere Zambrano.  
Dirección: Portoviejo - Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/31 14:30	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/08/02	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Sr. Jean Piere Zambrano.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/30	12:00

**Código de Muestra:** a 8909.  
**Identificación:** Agua de Río, M 1 Río Portoviejo.

**Parámetros, métodos y resultados:**

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8909	Incertidumbre (K = 2)
*Cadmio	ITE-AQLAB-33	SM 3030, 3111B	0,02	mg/L	< 0,02	~
*Plomo	ITE-AQLAB-33	SM 3030 B, 3111 B	0,01	mg/L	0,064	~

Fuente: Reclamato a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.  
Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.  
Tabla I Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

**COMENTARIO:** Por solicitud del cliente, se emite los resultados menores al límite de cuantificación.






**Ing. Armando Meléndrez**  
**DIRECTOR TÉCNICO**



*Francisco de Orellana, 28 de agosto de 2018*

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.

## Anexo 4.3: Informe de la muestra 3 (E3)

**INFORME DE ENSAYO Nº 11376**  
**REEMPLAZA AL INFORME DE ENSAYO Nº: 10987**

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**

**SAS: 18-643**

Solicitado por: Sr. Jean Piere Zambrano.  
Dirección: Portoviejo - Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/31 14:30	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/08/02	T máx: 32°C T mín: 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Sr. Jean Piere Zambrano.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/30	12:00

Código de Muestra: a 8911.

Identificación: Agua de Río, M 3 Río Portoviejo.

**Parámetros, métodos y resultados:**

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permissible @	Unidad	a 8911	Incertidumbre (K = 2)
*Cadmio	ITE-AQLAB-33	SM 3030, 3111B	0,02	mg/L	< 0,02	~
*Plomo	ITE-AQLAB-33	SM 3030 B, 3111 B	0,01	mg/L	0,043	~


Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla I Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

COMENTARIO: Por solicitud del cliente, se emite los resultados menores al límite de cuantificación.



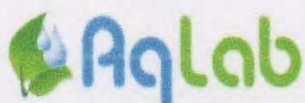
  
Ing. Armando Meléndez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 28 de agosto de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



## Anexo 4.4: Informe de la muestra 4 (E4)



Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

Laboratorio de ensayo  
acreditado por el SAE con  
acreditación  
Nº OAE LE C 14-009

**INFORME DE ENSAYO Nº 11377**  
**REEMPLAZA AL INFORME DE ENSAYO Nº: 10988**

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-643

Solicitado por: Sr. Jean Piere Zambrano.  
Dirección: Portoviejo - Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/31 14:30	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/08/02	<b>T máx:</b> 32°C
				<b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Sr. Jean Piere Zambrano.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/30	12:00

Código de Muestra: a 8912.

Identificación: Agua de Río, M 4 Rio Portoviejo.

**Parámetros, métodos y resultados:**

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible @	Unidad	a 8912	Incertidumbre (K = 2)
*Cadmio	ITE-AQLAB-33	SM 3030, 3111B	0,02	mg/L	< 0,02	~
*Plomo	ITE-AQLAB-33	SM 3030 B, 3111 B	0,01	mg/L	0,043	~

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla I Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

COMENTARIO: Por solicitud del cliente, se emite los resultados menores al límite de cuantificación.



*Armando Meléndrez*  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 28 de agosto de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.

## Anexo 4.5: Informe de la muestra 5 (E5)



Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

Laboratorio de ensayo  
acreditado por el SAE con  
acreditación  
N° OAE LE C 14-009

---

**INFORME DE ENSAYO N° 11378**  
**REEMPLAZA AL INFORME DE ENSAYO N°: 10989**

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**

**SAS: 18-643**

Solicitado por: Sr. Jean Piere Zambrano.  
Dirección: Portoviejo - Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/31 14:30	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/08/02	<b>T máx:</b> 32°C
				<b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Sr. Jean Piere Zambrano.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/30	12:00

Código de Muestra: a 8913.  
Identificación: Agua de Río, M 5 Río Portoviejo.

**Parámetros, métodos y resultados:**

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible @	Unidad	a 8913	Incertidumbre (K = 2)
*Cadmio	ITE-AQLAB-33	SM 3030, 3111B	0,02	mg/L	< 0,02	~
*Plomo	ITE-AQLAB-33	SM 3030 B, 3111 B	0,01	mg/L	0,044	~

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.  
Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.  
Tabla I Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

COMENTARIO: Por solicitud del cliente, se emite los resultados menores al limite de cuantificación.



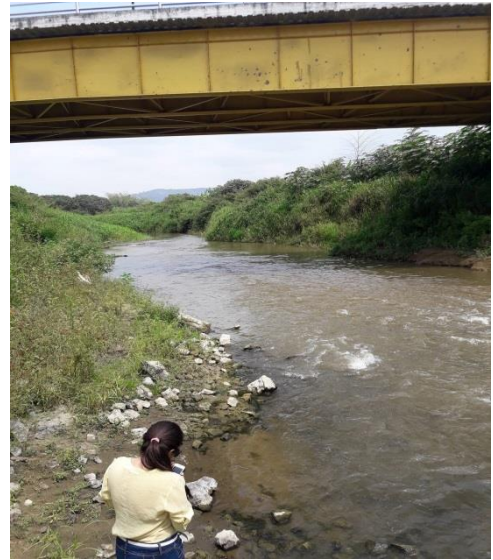


Ing. Armando Meléndez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

*Francisco de Orellana, 28 de agosto de 2018*

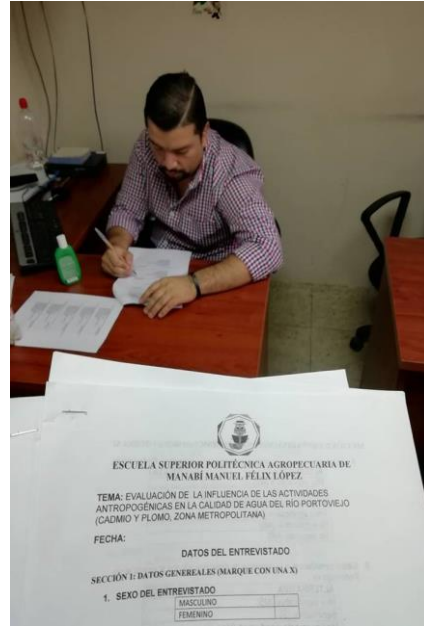
Los límites permisibles de las Normativas (N) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.



**ANEXO 5: Registro fotográfico****Anexo 5.1.** Descarga puntual de agua lluvias**Anexo 5. 2.** Visita técnica de posibles fuentes de contaminación**Anexo 5.3.** Observación de gran cantidad de desechos sólidos urbanos alrededor de las riberas del río Portoviejo.**Anexo 5.4.** Establecimiento de punto de muestreo para posterior análisis con el Ing. Fabián Peñarrieta



**Anexo 5.5.** Encuestas realizadas al GPM de las actividades realizada por los autores



**Anexo 5.6.** Encuestas realizadas a personas profesionales que conocen ampliamente el tema de investigación



**Anexo 5.7.** Recolección de muestras E2



**Anexo 5.8.** Toma de datos para el informe de custodia de la muestra