



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS
DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y
FRAGATAS, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**

AUTORES

**ÁLAVA VERA JEFFERSON LEONARDO
VELÁSQUEZ ZAMBRANO ALEX DAVID**

TUTOR:

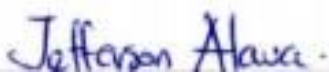
QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M. Sc.

CALCETA, MARZO DE 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

ÁLAVA VERA JEFFERSON LEONARDO, con cédula de ciudadanía **1314763176** y **VELÁSQUEZ ZAMBRANO ALEX DAVID**, con cédula de ciudadanía **1312584095**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, 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, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



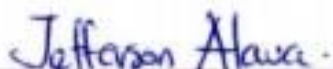
JEFFERSON L. ÁLAVA VERA
CC: 1314763176



ALEX D. VELÁSQUEZ ZAMBRANO
CC: 1312584095

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

ÁLAVA VERA JEFFERSON LEONARDO, con cédula de ciudadanía **1314763176** y **VELÁSQUEZ ZAMBRANO ALEX DAVID**, con cédula de ciudadanía **1312584095**, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



JEFFERSON L. ÁLAVA VERA
CC: 1314763176



ALEX D. VELÁSQUEZ ZAMBRANO
CC: 1312584095

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M. Sc, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **ÁLAVA VERA JEFFERSON LEONARDO** y **VELÁSQUEZ ZAMBRANO ALEX DAVID**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M. Sc.
CC: 0912416351
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **ÁLAVA VERA JEFFERSON LEONARDO** y **VELÁSQUEZ ZAMBRANO ALEX DAVID**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Carlos Delgado Villafuerte Mg, C.A.
CC: 1311115602
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Banchón Bajaña, M. Sc
CC: 0918059189
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. José Giler Molina, M. Sc
CC:1310656762
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primero lugar a Dios por bendecirnos con salud y sabiduría para poder culminar este proyecto.

A nuestros padres y abuelos por siempre ser el impulso para seguir adelante, sus oraciones, comprensión y apoyo incondicional, más aún en nuestra carrera universitaria.

A nuestro tutor de tesis Qf Patricio Noles y cotutor Ingeniero Fabian Peñarrieta por impartir sus conocimientos, consejos y ser nuestras guías en este proceso de titulación.

A los guardaparques y guías turísticos del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas por su valioso apoyo durante la investigación.

Finalmente, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Quiero dedicar este humilde trabajo investigativo a todas aquellas personas que creyeron en mí y que me brindaron su apoyo ya sea económico y moral. A mi abuelita, mi mamá, mis tías y mis tíos, mis primos demás familiares y amigos, que sirvieron como fuente de fuerza e inspiración para llevar a cabo el arduo trabajo de ser un estudiante universitario.

Así mismo, a mis docentes quienes entregaron todo su conocimiento en cada clase para que yo aprenda.

Finalmente, a mi compañero de tesis, que siempre fue paciente y me dio ánimos para seguir adelante a pesar de que muchas veces quise tirar la toalla.



JEFFERSON LEONARDO ÁLAVA VERA

DEDICATORIA

Dedico esta investigación con todo mi amor y cariño a mi padre Washington Velásquez, a mi madre Bilma Zambrano y a mi tía María Velásquez por su interminable amor y comprensión, gracias por inculcar en mí el ejemplo de voluntad y fortaleza demostrándome que por muy severo que fuera el proceso con certeza y dedicación se puede cumplir lo que uno se proponga.

A mi enamorada Ing. Carla Gómez, por ser esa persona especial quien supo acompañarme, apoyarme y aconsejarme en toda mi carrera universitaria.

A cada amigo, compañero y docente que estuvo presto a ayudarme con conocimiento y nuevas experiencias durante este largo proceso, y sobre todo a mí, por todas las veces que pude desistir y aun así no lo hice, por todo el esfuerzo, dedicación y sacrificio para seguir adelante con mis estudios y así culminar mi carrera.

En honor a Carlos Cayetano Cuellar Zambrano. Lo logramos.



ALEX DAVID VELÁSQUEZ ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
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	3
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.3.3. Idea a defender.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.....	6
2.2. Metales pesados	6
2.2.1. Origen de los metales pesados.....	6
2.2.2. Movilidad de los metales pesados	7
2.3. Contaminación del agua y sedimentos por metales pesados	7
2.4. Plomo.....	8
2.4.1. Principales fuentes de liberación de plomo	8
2.4.2. Efectos del plomo sobre el medio ambiente.....	8
2.5. Mercurio	9
2.5.1. Principales fuentes de liberación del mercurio	10
2.5.2. Efectos del mercurio sobre el medio ambiente.....	11
2.6. Cadmio	12
2.6.1. Principales fuentes de liberación del cadmio.....	13

2.6.2.	Efectos del cadmio sobre el medio ambiente	13
2.7.	Muestreo de sedimentos	14
2.8.	Métodos de evaluación de parámetros fisicoquímicos para agua y sedimento	15
2.9.	Coeficiente de pearson	16
2.10.	Sistema de información geográfica	17
2.11.	Georreferenciación	17
2.12.	Arcgis.....	18
2.13.	Normativa internacional	18
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....		20
3.1.	Ubicación	20
3.2.	Duración de la investigación	20
3.3.	Tipo de investigación	21
3.4.	Métodos	21
3.4.1.	Método cuantitativo.....	21
3.4.2.	Método descriptivo.....	21
3.4.3.	Método exploratorio	21
3.5.	Técnicas	22
3.5.1.	Entrevista.....	22
3.5.2.	Observación directa	22
3.5.3.	Muestreo.....	22
3.5.4.	Instrumental (IPC-OES).....	22
3.6.	Variables de estudio.....	23
3.6.1.	Variable	23
3.6.2.	Variables independiente	23
3.7.	Procedimiento	23
3.7.1.	Fase 1. Establecimiento de las actividades productivas realizadas en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas	23
3.7.2.	Fase 2. Determinación de la concentración de metales (Pb, Hg y Cd) en el sedimento del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		26
4.1.	Establecimiento de las actividades productivas realizadas en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas	26
4.1.1.	Establecimiento y georreferenciación de los puntos de muestreo ...	26

4.1.2. Identificación de actividades productivas	27
4.2. Determinación de la concentración de metales (Pb, Hg y Cd) en el sedimento del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas	30
4.2.1. Toma de muestras de sedimentos	30
4.2.2. Concentración de metales (Pb, Hg y Cd) en el sedimento del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas	31
4.2.3. Concentración plomo (Pb) en el sedimento	31
4.2.4. Concentración cadmio (Cd) en el sedimento	32
4.2.5. Concentración mercurio (Hg) en el sedimento	33
4.2.6. Medición de parámetros fisicoquímicos al agua	34
4.2.7. Medición de parámetros fisicoquímicos al sedimento	35
4.2.8. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson del plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd) vs parámetros fisicoquímicos en el sedimento.	36
4.2.9. Correlación del plomo con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento	37
4.2.10. Correlación del cadmio con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento	38
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1. Conclusiones	40
5.2. Recomendaciones	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	54

CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 2.1. Parámetros fisicoquímicos para agua de mar.	16
Tabla 2.2. Parámetros fisicoquímicos en sedimento.	16
Tabla 2.3. Tabla de Correlación de Pearson.	17
Tabla 2.4. Límites máximos permisibles legislaciones canadienses	19
Tabla 3.1. Parámetros fisicoquímicos a muestrear	25
Tabla 4.1. Coordenadas geográficas UTM de los puntos de muestreos	26
Tabla 4.2. Uso de suelos en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.....	28
Tabla 4.3. Concentración de plomo en el sedimento	31
Tabla 4.4. Concentración de cadmio en el sedimento.....	32
Tabla 4.5. Concentración de mercurio en el sedimento	34
Tabla 4.6. Parámetros fisicoquímicos del agua.....	35
Tabla 4.7. Parámetros fisicoquímicos del sedimento	35
Tabla 4.8. Análisis de la varianza de las concentraciones de Plomo y Cadmio	36
Tabla 4.9. Prueba de Tukey aplicada al plomo y cadmio en sedimentos	37
Tabla 4.10. Correlación de Pearson entre el Plomo vs parámetros fisicoquímicos del agua	37
Tabla 4.11. Correlación de Pearson entre el plomo vs parámetros fisicoquímicos del sedimento	38
Tabla 4.12. Correlación de Pearson entre el cadmio vs parámetros fisicoquímicos del agua.....	38
Tabla 4.13. Correlación de Pearson entre el cadmio vs parámetros fisicoquímicos del sedimento	39

FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas. 20	
Figura 4.1. Mapa de puntos de muestreos	26
Figura 4.2. Mapa de actividades productivas	28

RESUMEN

La presente investigación evaluó las concentraciones de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en sedimentos del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas durante los meses de mayo, julio y agosto del 2021. Conforme al reconocimiento del área de estudio, se establecieron cinco puntos de muestreo en zonas estratégicas y con el levantamiento de información de la ficha de observación y la entrevista, se identificaron las actividades productivas entorno al Refugio. Se determinaron las concentraciones de plomo, cadmio y mercurio en sedimentos las mismas que reportan valores en Pb de (35.878 a 63.520 mg/kg); Cd de (0.461 a 1.531 mg/kg) y Hg de no detectado (N/D). Los datos fueron comparados con la normativa ambiental internacional Canadian Council of Ministers of the Environment demostrando que las concentraciones de Pb y Cd superan el límite máximo permisible, a excepción del mes de mayo que los niveles de Cd se encuentran dentro del rango establecido. Por otro lado, las concentraciones de Hg no fueron detectadas lo que significa que no hay presencia de este metal en el sedimento. Se estableció correlación de Pearson demostrando que no existe correlación estadística entre los parámetros físicos del agua y sedimentos con las concentraciones Pb y Cd, a excepción de salinidad en sedimento vs la concentración de Pb que tiene significancia estadística.

PALABRAS CLAVES

Metales pesados, sedimentos, actividades productivas, límites permisibles, normativa ambiental

ABSTRACT

The present investigation evaluated the concentrations of lead (Pb), cadmium (Cd) and mercury (Hg) in sediments in the Isla Corazón y Fragatas Wildlife Refuge during the months of May, July and August 2021. According to the recognition of the area of study, five sampling points were produced in strategic areas and with the collection of information from the observation sheet and the interview, the productive activities around the Refuge were identified. The concentrations of lead, cadmium and mercury in sediments were determined, which reported Pb values of (35.878 to 63.520 mg/kg); Cd from (0.461 to 1.531 mg/kg) and Hg from not detected (N/D). The data was compared with the international environmental regulations Canadian Council of Ministers of the Environment, showing that the concentrations of Pb and Cd exceed the maximum permissible limit, except for the month of May, when the levels of Cd are within the established range. On the other hand, the concentrations of Hg were not detected, which means that there is no presence of this metal in the sediment. Pearson correlations were determined, showing that there are no statistical connections between the physical parameters of the water and the sediments with the concentrations of Pb and Cd, except for the salinity in the sediments versus the concentration of Pb, which has statistical significance.

KEY WORDS

Heavy metals, sediments, productive activities, permissible limits, environmental regulations

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental es uno de los problemas más importantes a nivel mundial, el deterioro de la calidad del agua, aire y la pérdida de suelos disponibles ha aumentado de forma exponencial (Reyes *et al.*, 2016). Encinas (2011) menciona que la contaminación del aire, del agua y del suelo están muy relacionadas entre sí y no se pueden separar, los contaminantes pasan fácilmente de un medio a otro, lo que complica la solución a los problemas de contaminación.

De acuerdo con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO] (2001) el agua al ser un elemento esencial para el desarrollo de la vida, se le debe prestar un especial cuidado en su uso y gestión. Específicamente, la contaminación del agua por metales pesados ocasionada por vía antrópica y natural, está afectando drásticamente la seguridad alimentaria y salud pública (European Food Safety Authority [EFSA], 2015).

Los metales, en cantidades mínimas o trazas, pueden ejercer efectos positivos sobre los seres vivos; no obstante, pequeñas variaciones de sus concentraciones, pueden producir efectos nocivos, a veces graves, e incluso crónicos (Jimenez, 2012). Según Pozo (2017) la mayoría de los metales pesados en condiciones naturales se encuentra en concentraciones bajas, aunque en lugares donde existe presencia de producción agrícola y acuícola se reporta una tendencia creciente en las concentraciones de estos.

Entre las principales fuentes de contaminación acuática se encuentran las producidas por actividades urbanas, industriales y agrícolas Márquez *et al.* (2005) las cuales generan una gran cantidad de residuos que generalmente sin tratamientos adecuados son vertidos a los ríos, siendo estos los más importantes medios de transporte y descarga hacia el mar (Naranjo y Troncoso, 2008).

Los sedimentos de los cuerpos acuáticos son los depósitos preferidos por los metales pesados, por lo que es posible encontrarlos en altas concentraciones, cuando éstos se encuentran como contaminantes en las aguas (Espitia, 2014

citado por Gonzalez, 1996). Muchos de los contaminantes que ingresan a un cuerpo de agua superficial, por vía natural o antropogénica, quedan retenidos en los sedimentos que se depositan en el fondo del cauce, causando efectos tóxicos sobre los sistemas acuáticos (Herrera *et al.*, 2013).

Diversos estudios a nivel mundial han revelado elevadas concentraciones de metales en sedimentos de los humedales, esto representa un serio problema para los ecosistemas de manglar por su cercanía con las poblaciones humanas y su alta productividad primaria (Irvine *et al.*, 2009). Los sedimentos de manglar tienen una capacidad extraordinaria de acumular metales en forma que son poco biodisponibles y difíciles de remover debido a sus propiedades físicas y químicas caracterizadas por su condición reductora y por ser ricos en materia orgánica (Espinosa *et al.*, 2011).

En la actualidad los manglares enfrentan serios problemas que ponen en riesgo su conservación, la acción antropogénica cada vez más progresivo, a causa del crecimiento demográfico desordenado, consumismo, pobreza, la tala indiscriminada del manglar, el asolvamiento, los efluentes escasamente tratados, el uso de la red de arrastre y la otrora actividad acuícola causan el deterioro de la calidad de vida del mismo (García y Retamales, 2014).

El Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fraguatas ubicado en la provincia de Manabí entre los cantones Sucre y San Vicente y al ser parte de la desembocadura del estuario del río Chone tienen influencia sobre él, la cuenca del río Chone con laderas de los cantones Chone, Bolívar y Tosagua de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Agua [MAAE] (2014) en su mayoría la producción dada es la agricultura, acuicultura y pesca estas actividades conllevan a la utilización de productos contaminantes, lo que sobrelleva a tener metales pesados en esta zona.

Por lo ante expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la concentración del plomo, mercurio y cadmio en los sedimentos del Refugio De Vida Silvestre Isla Corazón Y Fraguatas?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de rastrear las concentraciones de metales pesados plomo (Pb), mercurio (Hg) y cadmio (Cd), que estén por encima de los valores naturales presentes en los recursos hídricos y sedimentos radica en la severidad que representa esta problemática, debido a que el arrastre de los contaminantes procedentes de las actividades antropogénicas aguas arriba, crea sumideros en zonas costeras y estuarios, llegando a perturbar el equilibrio existente en dichos sistemas ecológicos (Escobar, 2002).

Según Reyes *et al.* (2016) estos afirman que los metales son persistentes, y no pueden ser degradados mediante procesos biológicos ni antropogénicos, de hecho, una vez que entran en los ecosistemas acuáticos, se transforman a través de procesos biogeoquímicos y se distribuyen entre las especies mediante la cadena trófica donde se bioacumulan y biomagnifican, llegando finalmente a ser consumidos por el hombre.

Cabe destacar que las afectaciones producidas por la incidencia de los metales pesados en áreas con tanta diversidad biológica como el Refugio de Vida Silvestre y Fragatas de la Isla Corazón, repercuten directa o indirectamente sobre el bienestar humano, ya que alteran el normal funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad para proveer servicios ambientales (López *et al.*, 2007). Esto representaría una falta considerable a lo estipulado en el Art 66, numeral 27 de la Constitución de la República del Ecuador, donde manifiesta “el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza” (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Por otra parte, esta investigación también responde al objetivo 3 del Plan de Desarrollo (2017-2021), el cual garantiza los derechos de la naturaleza y el de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, para de esta forma proveer de los mismos beneficios a las actuales y futuras generaciones (Consejo Nacional de Planificación-CNP, 2017).

Actualmente no se cuenta con información referente al grado de contaminación por metales pesados presentes en el agua y sedimentos del Refugio, no

obstante, según el libro VI, anexo I de la reforma del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA, 2015) se podrá determinar si las concentraciones de plomo (Pb), mercurio (Hg) y cadmio (Cd) se encuentran en niveles inferiores al máximo permisible en aguas. Por otra parte, con respecto a los sedimentos la normativa internacional de Canadá, Canadian Council of Ministers of the Environment, (1999) mediante la Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life permitirá determinar si las concentraciones de metales se encuentran dentro del rango establecido.

Por lo tanto, ante la incertidumbre del grado de contaminación en que se encuentra el refugio, se justifica esta investigación, debido a que actualmente se desconocen las concentraciones de plomo, mercurio y cadmio en el área y considerando que el manglar del Refugio constituye una unidad ecológica de gran importancia ambiental, económica y social dada su condición de recurso natural renovable de uso múltiple; su explotación debe realizarse sobre bases sostenibles (Gómez, 2005).

De acuerdo con el modelo educativo de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, que reconoce la producción científica y la prestación de servicios científicos, esta investigación no es un proyecto macro, sin embargo, se realiza en función de la contribución investigativa en una zona estratégica en donde la biodiversidad se debe conservar, dando lugar para desarrollar futuros proyectos.

En este sentido, mediante los datos obtenidos se podrá determinar el grado de intervención humana, para mediante esta información facilitar establecimiento de límites sobre las actividades llevadas a cabo en el lugar y la introducción de prácticas responsables con el medio ambiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en sedimentos y su incidencia en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, como un indicador de contaminación antropogénica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las actividades productivas desarrolladas en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas como aportantes de metales pesados.
- Determinar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en sedimentos del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.

1.3.3. IDEA A DEFENDER

Las concentraciones de plomo, mercurio y cadmio superan los límites permisibles de la normativa en el sedimento del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas de acuerdo con las actividades que se realizan en la zona.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS

El Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas es un conjunto de islas estuarinas, que se localizan en el Estuario del río Chone, a 8 Kilómetros de Bahía de Caráquez, provincia de Manabí. Cuenta con una extensión de 2.811,67 has comprendidos por cuerpos de agua estuarina y manglares (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2002).

El refugio se desempeña como un área protegida relativamente pequeña, está conformada por dos islas: Fragatas con un área aproximada de 300 has y Corazón con 500 has. Cuenta con un clima cálido tropical, influenciado por las corrientes fría de Humboldt y cálida del Niño, la reserva alberga a cientos de especies de aves, entre nativas, migratorias y congregarias, también alberga cuatro especies de mangle: Blanco, Negro, Concha y Rojo, éste último es el más predominante en el lugar (MAE, 2002).

2.2. METALES PESADOS

Son sustancias presentes en la naturaleza cuyo peso molecular es muy alto, por lo que aun en concentraciones bajas la contaminación por metales pesados resulta muy tóxica para el ambiente y formas de vida (Romero, 2009).

2.2.1. ORIGEN DE LOS METALES PESADOS

Los metales pesados están distribuidos de forma natural en todo el planeta y se los puede encontrar en el medio ya sea como: iones disueltos en aguas subterráneas y superficiales, minerales en formaciones y estructuras geológicas, o también se los halla en trazas constituyendo parte del desarrollo de varios organismos (Rosas, 2001).

Por lo general, mientras estos metales se encuentren en estado natural son inocuos para los ecosistemas y no perjudican las diferentes formas de vida. No obstante, la liberación de estos resulta ser perjudicial, tal como explican Londoño

et al. (2016) “Los metales pesados no pueden ser degradados o destruidos, pueden ser disueltos por agentes físicos y químicos y ser lixiviados. Algunos forman complejos solubles y son transportados y distribuidos a los ecosistemas hasta incorporarse en la cadena trófica” (p. 147).

2.2.2. MOVILIDAD DE LOS METALES PESADOS

Solano (2008) explica que la movilidad de los metales pesados se produce de forma natural en los suelos por la interacción sólido-líquido, es decir, los metales pueden migrar de forma soluble, lavado o particulado por acción y arrastre del agua que entra en contacto con los suelos. De hecho, el autor relaciona el movimiento de los metales con el balance hídrico del agua en el suelo.

Por lo tanto, siguiendo esta misma línea argumentativa, se puede inferir que los metales pesados son transportados a lo largo del trayecto de los ríos, hasta su tramo final en zonas estuarinas (Laino *et al.*, 2015); donde por efecto físico de las raíces de mangle y los cambios del nivel de la marea, disminuyen la velocidad de la corriente de agua obligando a que las partículas se precipiten y se incorporen en la capa superficial del sedimento (Espinosa *et al.*, 2011).

2.3. CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SEDIMENTOS POR METALES PESADOS

La presencia de metales pesados en cuerpos de agua y sedimentos está estrechamente ligado a aportaciones origen antrópico, que en su defecto suelen resultar del uso indiscriminado de sustancias químicas nocivas, y la mala gestión de los desechos domésticos, agrícolas e industriales (Laino *et al.*, 2015).

Otros autores explican que cuando un metal pesado alcanza un cuerpo hídrico este lo transporta hasta que precipita en el fondo donde persiste, hasta que vuelve a ser liberado en el agua quedando disponible para la biota marina, lo cual representa una potencial amenaza para el ecosistema (Visviki y Rachlin, 1991).

2.4. PLOMO

El plomo es un metal de color gris azulado muy denso ($11,3 \text{ g/cm}^3$), pero muy blando, maleable y dúctil; en la tabla periódica aparece con el símbolo el Pb, número atómico 82 y peso atómico correspondiente a 207,21u (Super Intendencia de Riesgos del Trabajo [SRT], 2016).

Forma parte del grupo de los metales pesados, ya que en bajas concentraciones es extremadamente tóxico. Limo (2003) también explica que este metal puede contaminar las aguas debido a una reacción química que se produce cuando entra en contacto con el agua lluvia o el CO_2 presente en el aire, este se altera cubriéndose de una capa de carbonato hidratado que al disolverse en el agua transfiere propiedades tóxicas.

2.4.1. PRINCIPALES FUENTES DE LIBERACIÓN DE PLOMO

El plomo por sus características tiene diversas aplicaciones tanto a nivel industrial como de uso cotidiano, por lo cual se considera que la actividad antropogénica es la principal fuente de contaminación y consecuente degradación del ambiente. Entre las principales actividades aportantes de plomo están: la explotación minera, metalurgia y el uso persistente de pinturas, gasolinas y aditivos que lo contengan (Azcona, Ramírez, y Flores, 2015).

2.4.2. EFECTOS DEL PLOMO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

El plomo se ha mantenido durante años como uno de los principales contaminantes ambientales; durante décadas el parque automotor ha sido el responsable de introducirlo como un componente de la gasolina (tetraetilo de plomo), este al reaccionar con compuestos halogenados derivados de los aditivos, produce haluros que se descomponen en oxi-carbonatos (Torres *et al.*, 2001).

Por otra parte, los oxicarbonatos de plomo, al ser una sal soluble puede alcanzar las fuentes de agua, desde donde puede producirse una bioacumulación de esta sustancia en plantas y mamíferos. Por lo tanto, se debe impedir que se incorpore al ambiente porque es muy persistente (Limo, 2003).

2.5. MERCURIO

De acuerdo con Blesa y Castro (2015) pocos elementos químicos tienen tantos vínculos culturales como el mercurio. Los romanos lo conocían como hydrargyrum, procedente del nombre griego Ὑδραργυρος, que significa “plata acuosa”, o “plata líquida”. Los químicos usan el símbolo Hg para representarlo, por su nombre latino. Su actual nombre alemán es quecksilber e incluso en inglés acepta el nombre alternativo de quicksilver; estos términos significan “plata viva”, haciendo alusión a su movilidad. Es fácil comprender la vinculación que hacen estos términos, hydrargyrum, quecksilber, quicksilver, con la plata y con su fluidez.

El mercurio (Hg) es un elemento químico con símbolo Hg, número atómico 80 y peso atómico 200,59u, es un metal muy tóxico, el único en estado líquido a 0°C, muy denso y poco compresible; de tensión superficial muy alta y débil reacción calorífica, posee gran capacidad de amalgamar a casi todos los metales; no es esencial para ningún proceso biológico, pero se acumula en la mayoría de seres vivos (Ramírez, 2008). Como el mercurio tiene la capacidad de transformarse a sus formas orgánicas, se comporta como un contaminante orgánico a pesar de ser un metal (Cogua *et al.*, 2012).

El mercurio es un elemento metálico que ha sido catalogado como un material peligroso debido a los graves daños que ocasiona a la salud y al ambiente, además es reconocido por su toxicidad, persistencia, bioacumulación y biomagnificación (Riofrio, 2016).

Por otro lado, Apaza (2016) menciona que el mercurio se encuentra actualmente en diversos medios y alimentos en todas partes del mundo a niveles que afectan adversamente a la naturaleza. La actividad del hombre ha generalizado los casos de exposición, y las prácticas del pasado han dejado un legado de mercurio en vertederos, los desechos de la minería y los emplazamientos, suelos y sedimentos industriales contaminados.

2.5.1. PRINCIPALES FUENTES DE LIBERACIÓN DEL MERCURIO

El mercurio es un metal ampliamente distribuido en el ambiente, este entra al ambiente como resultado de la degradación normal de minerales en rocas y en el suelo a consecuencia de la exposición al viento, al agua y de la actividad volcánica. Las liberaciones de mercurio desde fuentes naturales han permanecido relativamente constantes, lo que ha producido un aumento constante de mercurio en el ambiente (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR], 1999).

La Environmental Protection Agency [EPA] (2018) menciona que el mercurio se convierte en un problema para el medio ambiente cuando se libera de las rocas y termina en la atmósfera y en el agua. Estas emisiones pueden ocurrir de manera natural, tanto los volcanes como los incendios forestales envían mercurio a la atmósfera. Sin embargo, las actividades humanas como la quema de carbón, petróleo, madera y combustible pueden ocasionar que el mercurio quede suspendido en el aire, así como también, la quema de residuos que contienen mercurio.

La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2011) expresa que la principal fuente es, con diferencia, la combustión del carbón para la producción de electricidad y la calefacción.

Gaioli *et al.* (2012); Correa y Palacios (2017) expresan que existen distintos tipos de fuentes de liberación, entre ellos se nombran los siguientes:

- Fuentes naturales: liberaciones debidas a la movilización natural del mercurio tal como se encuentra en la corteza terrestre, como la actividad volcánica o la erosión de las rocas.
- Liberaciones antropogénicas resultantes de la presencia de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles (carbón, gas, petróleo y otros minerales extraídos, tratados y reciclados).
 - El 85% de las emisiones de Hg antropogénicas provienen de esta fuente. La absorción del mercurio por parte de las plantas puede explicar la presencia de Hg en los combustibles fósiles que se han formado por transformación geológica de residuos orgánicos.

- También producen liberaciones las industrias en la fabricación del papel, instrumental médico (termómetros, esfigmomanómetros, bujías, amalgamas dentales), termostatos, lámparas fluorescentes, cementeras, faros de automóviles, tratamiento de desechos, vertederos, cremación y pinturas.
- Antiguas liberaciones antropogénicas de Hg depositadas en suelos, sedimentos, agua, vertederos y acumulaciones de desechos, que pasan nuevamente a la atmósfera formando parte de los ciclos biológicos.^{1,2} Los hospitales contribuyen en aproximadamente 4-5% del total de mercurio presente en las aguas residuales.
- La incineración de residuos médicos ocupa el cuarto lugar entre las principales fuentes de contaminación con mercurio.
- En el agua y en el suelo, bacterias metanógenas, a través de un proceso de metilación, transforman el Hg⁰ en MeHg, la forma más tóxica de este metal. Esta modificación lo hace más lipofílico, por lo cual se acumula fácilmente en la cadena trófica animal.

2.5.2. EFECTOS DEL MERCURIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

El mercurio se libera en los ambientes acuáticos a través de procesos naturales o antropogénicos, los estuarios son los entornos más trascendentales de un extenso número de especies marinas, los sedimentos de los mismos son uno de los mayores depósitos de varios contaminantes incluyendo Hg, siendo el metilmercurio es la forma más tóxica (Riofrio, 2016).

El Hg suele quedar atrapado en los sedimentos, permaneciendo en formas que son poco biodisponibles y difíciles de remover, debido a la presencia de materia orgánica y sulfuros que le proporcionan una condición reductora. La forma particulada constituye más del 90% del mercurio total en sistemas de agua dulce, estuarios o zonas costeras (Marín *et al.*, 2016).

En diferentes estudios se encontraron que el 40% del mercurio contenido en peces se bioacumula en forma de metilmercurio quedando disponible hasta llegar al hombre por medio de la cadena trófica (Jenssen *et al.*, 2012, citado por Riofrio (2016). La captación y toxicidad de los metales pesados para los

organismos acuáticos están influidos no sólo por su concentración; también son relevantes el tiempo de exposición y los factores bióticos y abióticos del ambiente (Castañé *et al.*, 2003).

Como consecuencia de la persistencia de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos se dan los procesos de bioacumulación y la posterior bioconcentración.

2.6. CADMIO

El Cadmio se descubrió en Alemania entre los años 1817 y 1819, atribuyéndoselo a Friedrich Stromeyer quien lo encontró en impurezas de carbonato de Zinc. Estas impurezas procedían de una actividad industrial en una fábrica de Schonebeck que fueron analizadas y donde se observaron, tras su disolución con ácidos, que daba lugar a un metal desconocido al que se le atribuyó el nombre de cadmio (Ortiz, 2017).

El cadmio es un metal que forma parte del grupo IIB de la tabla periódica, con un peso atómico de 112,41u; se ha estimado que 300.000 toneladas de cadmio son liberadas al medio ambiente cada año de las cuales 4.000 a 13.000 toneladas son derivadas de las actividades humanas

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 (Eurachem Guide, 2014).

Suave y de color blanco plateado es relativamente barato porque es un subproducto del procesamiento de metales más valiosos, tales como el zinc y el cobre. El cadmio se utiliza en las aleaciones de metales para incrementar la fuerza, la resistencia al uso, la maleabilidad o estas tres cualidades, o bien para bajar el punto de fusión (Salud pública de México, 2011).

2.6.1. PRINCIPALES FUENTES DE LIBERACIÓN DEL CADMIO

Las vías naturales y antropogénicas de cadmio incluyen emisiones industriales; tales como, el uso de fertilizantes y aguas negras en sembradíos. En general, la población está expuesta al cadmio especialmente por dos vías: la oral a través del agua e ingesta de comida contaminada con cadmio (hojas de vegetales, granos, cereales, frutas, vísceras animales y pescado); la segunda vía es a través de la inhalación de partículas de cadmio durante las actividades industriales en personas laboralmente expuestas, mientras que en la población general, la inhalación es principalmente debida al humo de cigarro que contiene cadmio; la exposición e inhalación del humo de cigarro en fumadores activos y pasivos es considerado altamente peligroso ya que el cadmio se absorbe fácilmente por los pulmones (Nava y Méndez, 2011; Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR.], 2012).

La movilidad en el medio depende de varios factores tales como el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica y la presencia de arcillas y óxidos de hierro. El cadmio emitido al medio procede mayoritariamente de actividades industriales, minería, metalurgia, fabricación y aplicación de fertilizantes de fosfato y de la incineración de residuos urbanos (Sánchez, 2016).

El cadmio se usa en pinturas, plásticos, pilas, baterías, abonos, soldaduras, asbestos, pigmentos, barras (reactores nucleares), farmacéutica, fotografía, vidrio, porcelana, entre otros (Londoño *et al.*, 2016).

2.6.2. EFECTOS DEL CADMIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

El cadmio entra en el agua mediante deposición aérea o escorrentía y se acumula en los sedimentos del lecho por asociación con materia particulada, como materia orgánica, hierro e hidróxidos de manganeso, o por precipitación de la solución con carbonato o sulfuro (Canadian Council of Miners of the Environment, 1999). Los compuestos de cadmio solubles se movilizan en el agua, mientras que los insolubles se depositan en el sedimento (Sánchez, 2016).

El Cadmio, el cual carece de función biológica, pero que una de sus trascendentales características es que puede bioacumularse en distintos

ecosistemas ya sea acuáticos como terrestres, y a través de éstos permite su entrada en la cadena trófica y llegar a los seres vivos, donde tiene efectos perjudiciales en los órganos donde se acumula, como son el riñón e hígado de organismos vertebrados, y también en invertebrados, puede acumularse en una gran variedad de plantas y algas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2010).

2.7. MUESTREO DE SEDIMENTOS

Los sedimentos de un sistema acuático reflejan la calidad ambiental del agua, así como las variaciones temporales de ciertos parámetros hidrológicos y químicos. Los depósitos sedimentarios son importantes en la identificación, monitoreo y distribución de metales traza contaminantes (Pineda, 2009).

El punto de muestreo es el lugar elegido en la zona para extraer una muestra, que congrega las condiciones apropiadas para poder extraer una muestra de las características requeridas, estos puntos de muestreo vendrán definidos por sus coordenadas y su profundidad; por lo tanto se debe analizar las características del área que se pretende estudiar, atendiendo al tipo de sistema acuático, afluentes, usos del sistema o de su entorno (orillas), posibles fuentes de contaminación (industrias, poblaciones), características geoquímicas y radiológicas de los terrenos, tráfico marítimo o fluvial, entre otros (Consejo de Seguridad Nuclear [CSN], (2007).

Con respecto a la profundidad del muestreo, se intenta que la muestra se corresponda con la capa de sedimento extraída a no más de 5 cm, compatible con la muestra requerida según el (CSN, 2007); mientras que, Krupadam *et al.* (2006) menciona que debe ser colectada a una profundidad de 0 a 20 cm, por ser una zona geoquímicamente activa.

El Ministerio del Ambiente [MINAM] (2013) menciona que, para asegurar la representatividad de la muestra, debe colectarse y transportarse aproximadamente 100 gramos (g) de sedimentos en una bolsa de polietileno debidamente etiquetada; por otro lado, Carpio (2016) expresa que las muestras de sedimentos deben ser colectadas en fundas plásticas tipo ziploc, en una cantidad alrededor de 500g.

Arias (2003) menciona que para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes (sedimentos) deben establecer varios criterios en la recolección de muestras como:

- Las muestras de sedimentos serán recolectadas con el equipo de muestreo tipo draga.
- Las muestras se deben transportar al laboratorio bajo refrigeración.
- Cada muestra debe ser rotulada se debe incluir el número de muestra, fecha, hora, punto de muestreo y lugar de ubicación.

2.8. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS PARA AGUA Y SEDIMENTO

Smith *et al.* (2017) en aguas marinas los sedimentos se comportan como sumideros de varias sustancias que podrían reintroducirse a la columna de agua y ser transferidas a la cadena trófica. Por otro lado, de acuerdo con Mero (2010) expresa que, los factores como el pH afectan la especiación química y la movilidad de muchos metales pesados, así como la temperatura influye sobre la solubilidad. Como regla general, las altas temperaturas y la baja salinidad actúan de forma sinérgica con los metales para aumentar la toxicidad de elementos como Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, y Zn, provocando su rápida acumulación.

La medición de los parámetros fisicoquímicos en el agua se llevará a cabo *in situ* con un equipo multiparamétrico marca HANNA, modelo HI 9828 en el cual se podrá registrar el potencial de hidrógeno (pH), temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) y salinidad (ppt) (Flores *et al.*, 2018). El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR, 2003) menciona que las muestras de sedimento se recolectan con una draga de plástico y se conservan a una temperatura de 4°C hasta su análisis; luego se secan en una estufa a 60 °C durante 72 horas; se homogenizan mecánicamente en un mortero y se tamizan en una malla de 600 μm .

En la tabla 2.6 y tabla 2.7 se detalla los rangos de los parámetros fisicoquímicos en sedimento y aguas marinas.

Tabla 2.1.

Parámetros fisicoquímicos para agua de mar

Parámetros	Rango	Unidades de medida
Conductividad	33.7	Us/cm
Temperatura	26.44	°C
Salinidad	37.45	Ppt
pH	7.4 – 8.4	

Fuente: Suarez (2016)

Tabla 2.2.

Parámetros fisicoquímicos en sedimento

Parámetros	Rangos	Unidades de medidas
pH	7.15 – 7.75	
Temperatura	26 – 29.8	°C
Conductividad	Mayor a 1.86	μS/cm
Salinidad	1.45	Ppt

Fuente: Smith *et al.*, (2017)

2.9. COEFICIENTE DE PEARSON

Fernández, *et al.* (2010) indican que el coeficiente de correlación de Pearson es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas. Se lo emplea en diferentes áreas, como la científica, en estudios técnicos, económicos, ingenierías, ciencias sociales, entre otros (Hernández *et al.*, 2018).

Ecuación de coeficiente de Pearson:

$$r_{xy} = \frac{\sum z_x z_y}{N} \quad [2.1]$$

r = Coeficiente de correlación

x = Variable uno

y = Variable dos

z_x = Desviación estándar de la variable uno

z_y = Desviación estándar de la variable dos

N = Número de datos

Hernández *et al.* (2018) menciona que, aunque no se encuentren diferencias significativas en los grupos o variables estudiadas estadísticamente, se puede especificar el tipo de correlación de acuerdo con la tabla 2.3.

Tabla 2.3.

Tabla de Correlación de Pearson

Rango de valores de r_{XY}	Interpretación
$0.00 \leq r_{XY} \leq 0.30$	Correlación nula
$0.10 \leq r_{XY} \leq 0.30$	Correlación débil
$0.30 \leq r_{XY} \leq 0.50$	Correlación moderada
$0.50 \leq r_{XY} \leq 1.00$	Correlación fuerte

Fuente: Hernández *et al.*, (2018)

2.10. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Conjunto de herramientas para reunir, introducir en el ordenador, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos (Morea y Huerta, 2013). Por otro lado, Llopis (2006) lo define como Sistema hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

El término Sistema de Información Geográfica (SIG) suele aplicarse a sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que constituyen la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional en Ciencias de la Tierra y Ambientales (Sarría, 2016).

2.11. GEORREFERENCIACIÓN

La georreferenciación o rectificación es un proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra (Andrade y Ponce, 2016).

El proceso de georreferenciación implica la transformación algebraica de los puntos de coordenadas X, Y (y a veces Z) de un sistema de referencia a otro (Rodríguez y Olivella, 2020). La georreferenciación de los datos permite manejar un conjunto de conceptos nuevos como son los de distancia (entre dos puntos),

adyacencia (entre dos polígonos o dos líneas), interacción y vecindad (entre puntos) (Sarría, 2016).

Para que una imagen procedente del escaneo de un documento impreso tenga plena validez y utilidad dentro de un SIG, es necesario añadirle información sobre la localización en el espacio del área representada en dicho documento. Este proceso se denomina georreferenciación (Olaya, 2014).

De esta manera Riveros (2015) define a la georreferenciación como la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datum específicos. Es una operación habitual dentro de los sistemas de información geográfica (SIG) tanto para objetos ráster (imágenes de mapa de píxeles) como para objetos vectoriales (puntos, líneas, polilíneas y polígonos que representan objetos físicos).

2.12. ARCGIS

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es utilizada para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios (ArcGIS, 2012).

De acuerdo con Aeroterra (2017) a través de la plataforma ArcGIS, se pueden integrar observaciones de campo con imágenes de alta resolución y, junto a otros datos observados integrados en tiempo real, maximizar el uso de los limitados recursos disponibles. Elimina las estimaciones o hipótesis de producción gestiona el cultivo de manera eficiente utilizando ArcGIS.

2.13. NORMATIVA INTERNACIONAL

El Comité de Protección Ambiental del CCME (Canadian Council of Miners of the Environment), declara la responsabilidad de establecer una guía de calidad en sedimentos, esto lineamientos de calidad ayudan a establecer las concentraciones máximas de Pb, Hg, Cd en sedimentos de agua dulce y marina (Canadian Council of Miners of the Environment, 1999).

En dicha guía, por cada elemento, son reportados dos límites: el ISQG (International Standard for Quality Guidelines) que representa un límite guía para la salud humana y la vida acuática; y el PEL (Probable Effect Level). El ISQG es el valor más conservativo, mientras el PEL es definido como el límite mínimo en el cual hay algunos efectos sobre la vida acuática (Ribadeneria y Zambrano, 2018).

- Concentración en los sedimentos < ISQG = Efectos biológicos raros.
- Concentración en los sedimentos > ISQG, < PEL= Efectos biológicos ocasionales.
- Concentración en los sedimentos > PEL= Efectos biológicos frecuente.

Los límites son reportados en la tabla siguiente:

Tabla 2.4.

Límites máximos permisibles legislaciones canadienses

Elementos		Unidades	Freshwater	Marine/estuarine
Plomo (Pb)	ISQG	(mg/kg)	35.0	30.2
	PEL	(mg/kg)	91.3	112
Mercurio (Hg)	ISQG	(mg/kg)	0.17	0.13
	PEL	(mg/kg)	0.486	0.70
Cadmio (Cd)	ISQG	(mg/kg)	0.6	0.7
	PEL	(mg/kg)	3.5	4.2

Fuente: Canadian Council of Miners of the Environment (1999)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, ubicado en la provincia de Manabí entre los cantones Sucre y San Vicente, sin embargo, al ser parte de la desembocadura del estuario del río Chone, también tienen influencia sobre la cuenca del río Chone con laderas de los cantones Chone, Bolívar y Tosagua (figura 3.1). Posee una extensión de 2.811,67 (ha) comprendidas entre cuerpos de agua estuarina y manglares y sus coordenadas son 0569556 Sur (S), y 9928204 Oeste (O), con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar o m s.n.m. de la zona 17 M, UTM (MAE, 2014).

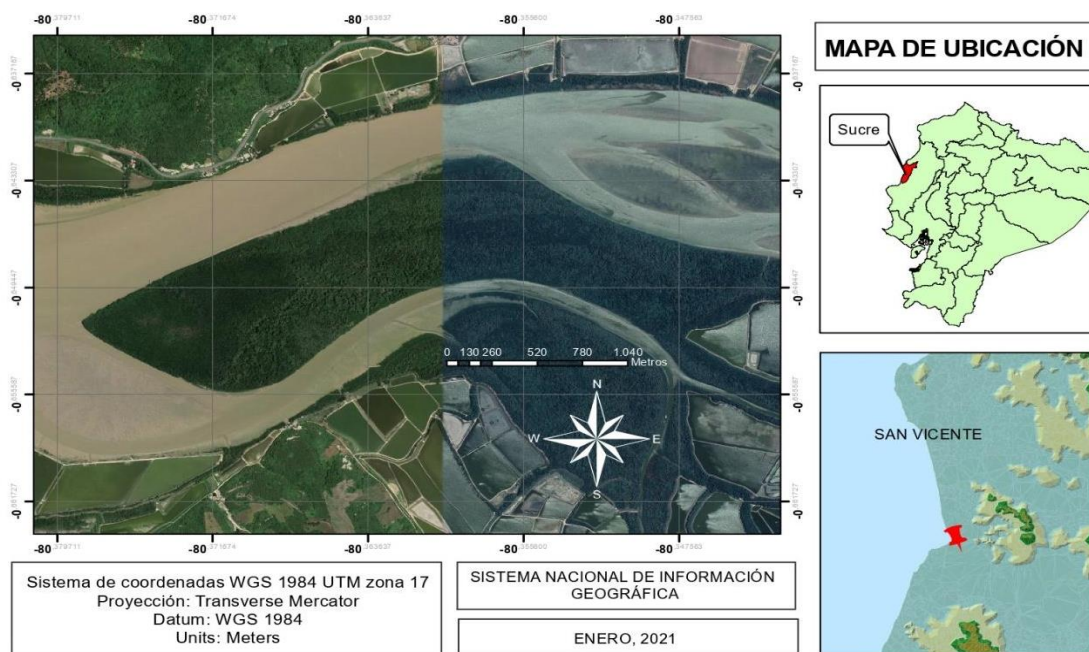


Figura 3.1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo una duración de 9 meses, el cual comprende de los períodos de planificación y ejecución.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este tipo de estudios requieren de una investigación descriptiva ya que permite describir y explicar los acontecimientos que proceden de fenómenos naturales y antropogénicos, como en este caso, es la presencia de metales pesados en el sedimento (Abreu, 2012).

3.4. MÉTODOS

Los métodos para el desarrollo de esta investigación fueron los siguientes.

3.4.1. MÉTODO CUANTITATIVO

En la investigación se aplicó el método cuantitativo el cual permite adquirir conocimientos esenciales y hacer la elección más adecuada del modelo que permita conocer la situación de una manera más imparcial, con la finalidad de recoger y analizar los datos sobre la concentración de metales en sedimento a través de conceptos y variables (Herrera, 2008).

3.4.2. MÉTODO DESCRIPTIVO

Este tipo de método permitió recopilar, procesar y validar los datos de tal forma que surjan explicaciones coherentes sobre cada una de las propiedades presentes en las variables de estudio sometidas a análisis (Cauas, 2015).

3.4.3. MÉTODO EXPLORATORIO

Este método ayudo a recopilar, organizar, presentar, analizar y generar los resultados de las observaciones, ya que permitió abordar campos poco conocidos donde el problema, que sólo se vislumbra, necesita ser aclarado y delimitado, mediante amplias revisiones de literatura y consultas con especialistas (Jiménez, 2008).

3.5. TÉCNICAS

3.5.1. ENTREVISTA

Esta técnica permitió la recopilación de información detallada del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas en vista de que la persona que informa comparte oralmente con el investigador aquello concerniente a un tema específico o sobre los aspectos generales en torno al tema a investigar (Vargas, 2012).

3.5.2. OBSERVACIÓN DIRECTA

Este método pudo evidenciar las actividades llevadas a cabo in situ, a manera de espectador y sin interactuar directamente con el entorno. Medina y Delgado (1999) consideran que este método tiene aplicación en estudios descriptivos, donde la observación ofrece o aporta información complementaria de mucha utilidad.

3.5.3. MUESTREO

El muestreo consistió en utilizar o aplicar un método de muestreo para estudiar, por lo tanto, se pretende analizar e investigar una parte o un subconjunto de una población del sedimento en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas con el propósito de observar y medir características y propiedades de esa población a ser estudiada (Mantilla, 2015).

3.5.4. INSTRUMENTAL (IPC-OES)

Según Zamora *et al.* (2019) refiere que la espectrometría de plasma acoplado inductivamente es una de las técnicas más relevantes para poder determinar trazas de elementos metálicos en una alta variedad de matrices, las cuales comúnmente se deberán dirigirse previamente, siendo de gran importancia al momento de determinar la concentración de los metales en las muestras de sedimentos. Calderilla (2018) indica que la ICP-OES se fundamenta en la emisión de fotones de los átomos espontáneamente que han sido excitados por un plasma de argón de una muy elevada temperatura.

3.6. VARIABLES DE ESTUDIO

3.6.1. VARIABLE

Niveles de metales pesados (Pb, Hg y Cd).

3.6.2. VARIABLES INDEPENDIENTE

Actividades productivas

3.7. PROCEDIMIENTO

3.7.1. FASE 1. ESTABLECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS REALIZADAS EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS

Actividad 1. Establecimiento de los puntos de muestreo

Conforme al reconocimiento del área de estudio se establecieron cinco puntos de muestreo en zonas estratégicas atendiendo al tipo de sistema acuático, usos del sistema o de su entorno (orillas), posibles fuentes de contaminación (industrias, poblaciones), como expresa el (CSN, 2007).

Actividad 2. Georreferenciación de la zona de estudio

Una vez establecidos los puntos de muestreo mediante visitas técnicas se utilizó un Global Positioning System (GPS) para determinar cada punto de coordenada, realizando la georreferenciación de los puntos seleccionados para el muestreo.

Los puntos obtenidos se los procesó con el programa ArcGis versión 10.4.1 para así determinar mediante mapas temáticos los puntos estratégicos que se establecieron obteniendo de manera precisa la cartografía de la zona de estudio.

Se elaboraron mapas temáticos estableciendo las zonas en que se realizan las actividades que se identifiquen (Córdova y Zambrano, 2020).

Actividad 3. Identificación de actividades productivas

Se efectuó recorridos por las zonas aledañas al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas mediante la técnica de observación directa expuesta por Medina y Delgado (1999) adicionalmente se aplicó una ficha de observación (anexo 1) y entrevista (anexo 2) donde constarán las actividades productivas que se realizan.

3.7.2. FASE 2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES (Pb, Hg Y Cd) EN EL SEDIMENTO DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS

Actividad 4. Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos fueron colectadas en cinco puntos estratégicos ya establecidos en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, durante los meses de mayo, julio y agosto.

Se colectaron las muestras de sedimentos mediante una draga Van Veen según el CSN (2007) y barreno dependiendo la consistencia del sedimento la cual tendrá una profundidad de 0 a 20 cm Krupadam *et al.* (2006) compatible con la muestra requerida, posteriormente se agregó la muestra en fundas Ziploc con una cantidad de sedimento alrededor de 500 g (Carpio, 2016).

Se rotuló cada muestra en la cual se etiquetó el número de muestra, fecha, hora, punto de muestreo y lugar de ubicación, una vez recolectadas las muestras se las colocaron en un recipiente cooler donde se conservaron a una temperatura de 4°C, para su transporte al laboratorio (MINAM, 2013).

Actividad 5. Análisis de plomo, mercurio y cadmio del sedimento en el laboratorio

Para determinar la concentración de los metales las muestras de sedimentos fueron enviadas al laboratorio de investigación de la Universidad de la Américas (UDLA) para su análisis mediante técnica Plasma Inductivo Acoplado (ICP-OES), el método EPA 3015a y EPA 3051.

Actividad 6. Medición de parámetros fisicoquímicos al agua y sedimento

Se muestrearon los parámetros fisicoquímicos de temperatura (°C), pH, salinidad (UPS) y conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) en los puntos de muestreos seleccionados, las variables mencionadas están estrechamente relacionadas a diferentes procesos como de solubilidad y biodisponibilidad de metales en estuarios (Suarez, 2016) y (Smith *et al.*, 2017). Los parámetros se detallan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1.

Parámetros fisicoquímicos a muestrear

Variable	Unidad	Método
pH	Unidades de pH	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	$\mu\text{s}/\text{cm}$	Conductimetría
Salinidad	%	Conductimetría
Temperatura	°C	Termómetro

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

Actividad 7. Comparación de resultados con la normativa ambiental

Los resultados de las concentraciones de metales obtenidas en sedimentos se compararon con los límites máximos permisibles establecidos en la Normativa Internacional Canadian Council of Miners of the Environment (1999) mediante la guía canadiense de calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática.

Actividad 8. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson del plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd) y parámetros físicos en el sedimento.

Se estableció el coeficiente de Pearson con la finalidad de establecer el grado de asociación de las variables analizadas Álvarez *et al.* (2008) entre los parámetros fisicoquímicos en agua y sedimento vs plomo (Pb), mercurio (Hg) y cadmio (Cd) mediante el Software Statgraphics 19.1.03.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTABLECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS REALIZADAS EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS

4.1.1. Establecimiento y georreferenciación de los puntos de muestreo

Para determinar los puntos de muestreo se establecieron criterios en función del CSN (2007); de esta manera, junto con la cartografía del lugar de estudio mediante los sistemas de información geográfica, se tomaron cinco puntos de muestreo (P.M.) lo cual se muestra en la tabla 4.1. y la figura 4.1.

Tabla 4.1.

Coordenadas geográficas UTM de los puntos de muestreo

Punto de muestreo (P.M.)	X	Y
P.M. 1	569515	9928609
P.M. 2	571179	9929287
P.M. 3	569938	9928835
P.M. 4	569369	9928153
P.M. 5	569410	9927762

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

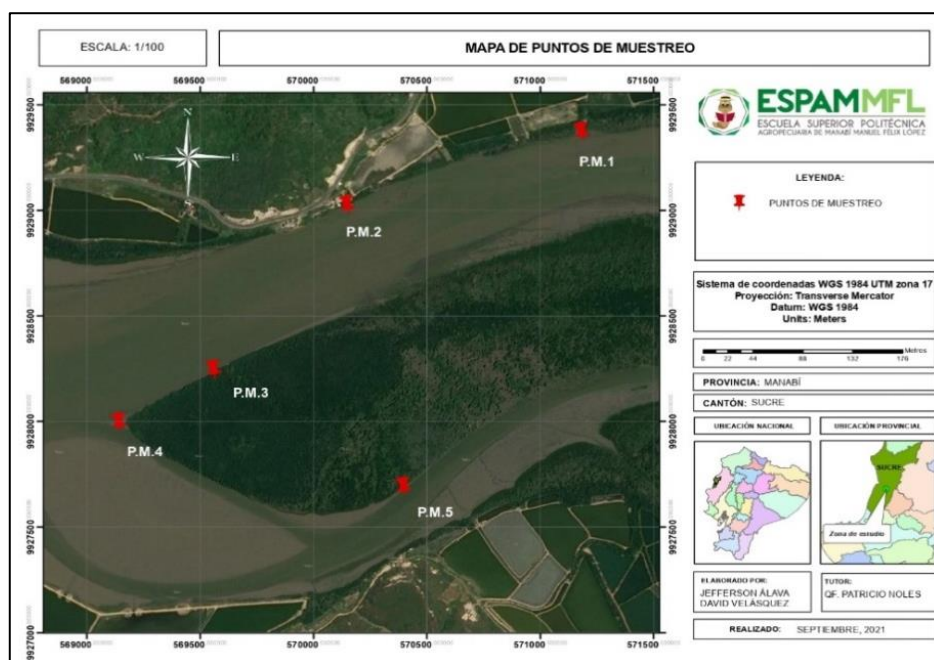


Figura 4.1. Mapa de puntos de muestreo

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

Los puntos de muestreo se establecieron de acuerdo a zonas estratégicas atendiendo al tipo de sistema acuático, usos del sistema o de su entorno (orillas) y posibles fuentes de contaminación (industrias, poblaciones) mencionadas por el CSN (2007) por lo que se pudo establecer:

- P.M.1. se encuentra a pocos metros de una descabezadora de camarón utilizando las orillas como punto desembarque, al mismo tiempo se pudo observar un canal que se utilizaba para descargar residuos líquidos.
- P.M.2. se lo estableció considerando posibles fuentes de contaminación (industrias, poblaciones), al ser el muelle utilizado para la salida y arribo de embarcaciones de los guardaparques y moradores de la zona que realizan sus actividades diarias.
- P.M.3. se encuentra el muelle de la isla que se complementa con el sendero que tiene como finalidad la actividad turística, en la que aprecia fauna, flora y la tradicional reforestación del mangle.
- P.M.4. se eligió por el movimiento de las aguas al estar ubicado en la punta de la Isla Corazón siendo este la intersección de ambos lados de la isla, considerándolo como zona estratégica donde podría existir una variabilidad de corrientes.
- Por último, el P.M.5. fue determinado al estar influenciado por la actividad acuícola atendiendo a lo que se considera una posible fuente de contaminación.

4.1.2. Identificación de actividades productivas

Las actividades productivas que se encuentra en la zona de estudio fueron identificadas mediante la técnica de observación directa de acuerdo con Medina y Delgado (1999) junto con la ficha de observación y entrevista, se elaboró un mapa temático estableciendo las zonas en que se realizan las actividades por consiguiente se muestran en la figura 4.2.

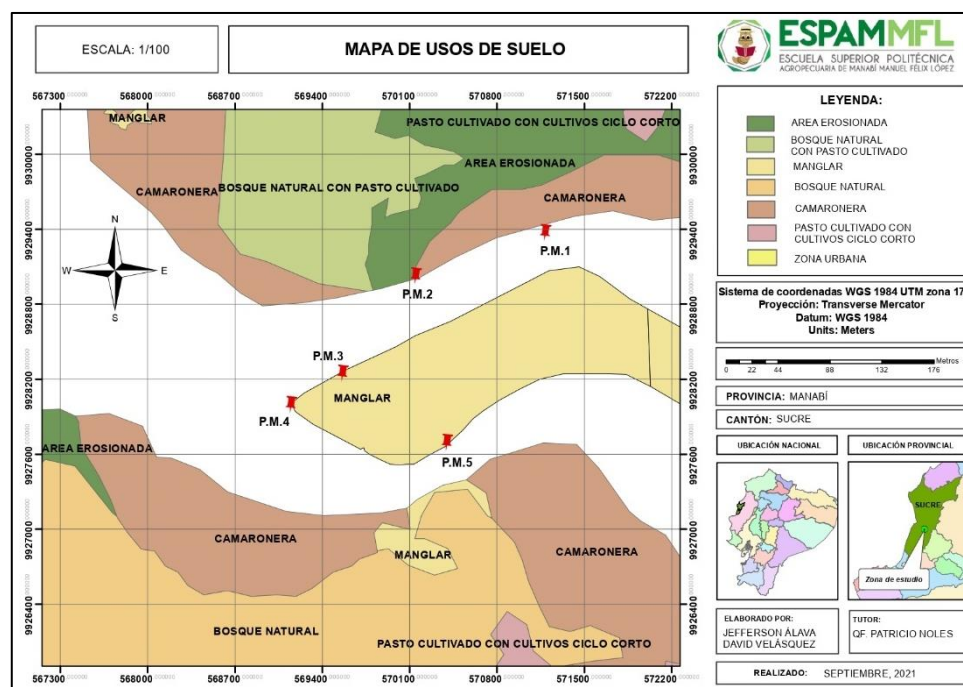


Figura 4.2. Mapa de usos de suelos

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

Con el levantamiento de información de la ficha de observación y la entrevista se identificó que las actividades productivas en el entorno al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas son: acuícola y pesca artesanal. Sin embargo, el mapa se reflejan otros usos de suelo como se establece en la tabla 4.2. donde se observa al pasto cultivado con cultivos ciclo corto al área con mayor extensión con un 49.58 %, luego el bosque natural con un 37.57 %, las camaroneras con un 8.57 %, el bosque natural con pasto cultivado con un 2.05 % el área erosionada con un 2.02 %, el manglar con un 0.16 % y por último la zona urbana con un 0.04 %.

Tabla 4.2.

Uso de suelos en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas

Zona	Hectáreas	%
Área erosionada	1347.73	2.02
Bosque natural con pasto cultivado	1366.37	2.05
Manglar	106.51	0.16
Bosque natural	25021.77	37.57
Camaronera	5708.74	8.57
Pasto cultivado con cultivos ciclo corto	33023.41	49.58
Zona urbana	27.7	0.04
Total	66602.02	100.00

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

Generalmente una de las razones de que existan camaroneras en la zona de estudio es debido a la rentabilidad, de acuerdo con Pesantez *et al.*, (2021). El mismo autor considera que el sector acuícola camaronero depende directamente del nivel de tecnificación de los procesos de producción y de la dependencia de los precios de combustibles fósiles lo que hace que sean un lugar idóneo para el asentamiento de las camaroneras.

Así mismo, las laderas de los cerros cercanos cubrían exuberante bosque deciduo y semi-deciduo, pero ya en los años 60 la mayor parte de este bosque fue talado. Se identifica en esa época la construcción de carreteras y cultivos de ciclo corto, principalmente de algodón y maíz, sin embargo, la falta de agua siempre fue un factor limitante para la producción agrícola (MAE, 2014).

Frías *et al.* (2011) hace referencia que la rápida expansión y crecimiento de esta actividad económica deriva en la aparición de nuevos asentamientos humanos, donde las constantes actividades antropogénicas entre ellas, el uso de combustibles, productos químicos, desinfectantes, plaguicidas y pesticidas, son responsables de considerables emisiones de metales pesados al medio ambiente (Mero *et al.*, 2019).

Las actividades productivas que se realizan alrededor del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas determinadas por el mapa temático tiene influencia directa que tributan al aporte de metales en el sedimento; esta zona se caracteriza por estar muy poblada aguas arriba donde se ha evidenciado zonas de descargas de aguas residuales sin tratamiento contribuyendo a la problemática, según el MAE (2019) la comunidad Salinas no cuentan con alcantarillado por lo que las casas construyen pozo séptico. Algunos factores como los desechos sólidos producidos por la cuenca alta y por actividad camaronera, el mal manejo de los combustibles fósiles (motores de camaroneras) inciden en la presencia de metales pesados.

Esta zona estuvo influenciada por el servicio de gabarras para el cruce de automóviles de San Vicente a Bahía de Caráquez o viceversa la cual tuvo una actividad prolongada durante 20 años hasta la construcción del puente los Caras (El Universo, 2010). Al mismo tiempo para el cruce de personas el servicio de

pangas que inicio sus funciones en la década del 80 con más de 30 embarcaciones entre las cooperativas fluviales de San Vicente y Sucre utilizando derivados de hidrocarburos para su movilidad y mantenimiento (El Diario, 2011).

Li *et al.* (2019) mencionan que, los estuarios son sistemas dinámicos de alta energía y en estos se desarrollan complejos procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos, y a su vez los efectos de las actividades productivas que influyen significativamente en los sistemas estuarinos. La contaminación por metales puede afectar la biodiversidad de los ecosistemas, eliminar especies nativas sensibles o reducir la abundancia de especies a través del deterioro reproductivo y una mayor incidencia de enfermedades resultado necesario la cuantificación de los mismo (Mayia, 2021).

4.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES (Pb, Hg Y Cd) EN EL SEDIMENTO DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS

4.2.1. Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos fueron colectadas mediante el barreno con una profundidad de 20 cm de acuerdo con Krupadam *et al.* (2006) luego se agregó en fundas Ziploc alrededor de 500 g de sedimentos (Carpio, 2016). Luego fueron rotuladas en donde se ubicó el número de muestra, fecha, hora, punto de muestreo, para después ser colocadas en un recipiente cooler donde se conservaron a una temperatura de 4°C, para su transporte al laboratorio MINAM (2013) sede Queri de la Universidad De Las Américas (UDLA) y se le realicen los respectivos análisis de metales pesados (Pb, Hg y Cd) empleando técnicas como: la ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015^a y EPA 3051.

4.2.2. Concentración de metales (Pb, Hg y Cd) en el sedimento del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas

Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio realizados al sedimento para los metales plomo, mercurio y cadmio correspondiente a los meses y puntos de muestreo se detallan en las siguientes tablas.

4.2.3. Concentración plomo (Pb) en el sedimento

La tabla 4.3. indica la concentración de plomo en los diferentes puntos de muestreo durante los meses de investigación. Estos valores se encuentran por encima del límite máximo permisible establecido por la Normativa Internacional Canadian Council of Miners of the Environment (1999). Estas concentraciones varían desde el P.M. 1 hasta el punto P.M. 5; el pico más alto encontrado en el mes de mayo fue el P.M. 2 con un valor de 53.428 mg/kg y el valor más bajo 47.296 mg/kg en el P.M. 3, En el mes de julio el P.M. 2 con 61.602 mg/kg siendo el valor más alto y con 38.572 mg/kg el más bajo, por último, en agosto el valor más alto se encontró en el P.M. 1 con 63.520 mg/kg y el P.M. 4 de 35.878 mg/kg el más bajo.

Tabla 4.3.

Concentración de plomo en el sedimento

Muestra	Plomo (mg/kg)			LMP
	Mayo	Julio	Agosto	
P.M. 1	51.158	50.296	63.520	
P.M. 2	53.428	61.602	47.397	
P.M. 3	47.296	49.520	61.605	30.2
P.M. 4	49.781	38.572	35.878	
P.M. 5	50.697	53.328	60.991	

Observaciones

P.M.= Punto de muestreo

LMP= Límite máximo permisible

Fuente: UDLA (2021)

De acuerdo con Jimenez (2012) las altas concentraciones de plomo se deben en gran medida a fuente antropogénicas como las descargas de efluente de asentamiento humanos y desechos de tipo agrícolas, posiblemente causen un incremento de las concentraciones de los metales pesados constituyendo un peligro para la biota acuática y el ser humano, así como un factor de deterioro ambiental (Herrera *et al.*, 2011).

Se relacionan los resultados aquí presentados con valores encontrados en la investigación realizada por Acosta y Alfonso, (2021) en la que evaluó la concentración de plomo en sedimento en el Estero Salado de Guayaquil; los cuales muestran valores mínimos de 36.82 mg/kg y máximo de 54.86 mg/kg. Por otro lado, Ramírez (2017) determinó la concentración de cadmio y plomo en agua y sedimento del estero "El Macho" de la ciudad de Machala, presentando niveles en plomo mínimos de 37.86 mg/kg y máximo de 72.32 mg/kg, valores que se relaciona con esta investigación.

Lozano y Pernía (2021) manifiestan que el transporte fluvial y embarcaciones causan derrames de gasolina y/o aceites de motor en las orillas incrementando las concentraciones del metal plomo, que al depositarse en el sedimento perturban el equilibrio ecológico y biogeoquímico de los ecosistemas (Alcivar y Mosquera, 2011).

4.2.4. Concentración cadmio (Cd) en el sedimento

La concentración de cadmio obtenidos en los diferentes puntos de muestreo se expresa en la tabla 4.4. de manera que los niveles durante el mes de mayo se encuentran dentro del rango establecido por la Normativa Internacional Canadian Council of Miners of the Environment (1999); sin embargo, julio y agosto están por encima del límite máximo permisible. Además, se visualiza que julio tiene el pico más alto en P.M. 3 con 1.505 mg/kg y el más bajo en P.M. 4 con 0.891 mg/kg, mientras tanto el mes de agosto refleja que el P.M. 5 tiene el valor más alto con 1.531 mg/kg y el más bajo P.M. 4 con 0.989 mg/kg.

Tabla 4.4.

Concentración de cadmio en el sedimento

Muestra	Cadmio (mg/kg)			LMP
	Mayo	Julio	Agosto	
P.M. 1	0.471	1.191	1.427	0.7
P.M. 2	0.471	1.407	1.189	
P.M. 3	0.483	1.505	1.491	
P.M. 4	0.453	0.891	0.989	
P.M. 5	0.461	1.105	1.531	

Fuente: UDLA (2021)

Mero (2010) señala que las concentraciones de cadmio están relacionadas a efluentes de descargas de asentamientos humanos, uso de fertilizantes,

crecimiento poblacional acelerado, mal manejo de desechos y pinturas utilizadas en las embarcaciones ya que las pinturas contienen compuestos con alto contenido de cadmio. Senior *et al.* (2016) en su evaluación de la distribución del contenido total y biodisponibles de los metales pesados, Cu, Cd, Pb y Hg en sedimentos del estero de Santa Rosa, Provincia De El Oro, encontró valores mínimos de cadmio 1.08 mg/kg y un máximo de 1.63 mg/kg. Los valores de cadmio encontrados en El Oro están relacionados con las concentraciones determinadas en la presente investigación.

Flores *et al.* (2018) indican que el cadmio tiene un potencial impacto que afecta a la biota y procesos biológicos en los ecosistemas acuáticos, Peñafiel *et al.* (2017) presenta valores similares con esta investigación en su evaluación de la calidad físico-químico en agua y sedimentos del estero salado en el noroeste de América Latina presentando valores máximos de 2.67 mg/kg y un mínimo de 1.889 mg/kg expresando que niveles elevados de este metal puede bioacumularse y producir toxicidad, por no ser un metal esencial, además de desmejorar la calidad hídrica y ambiental.

La variabilidad de los metales traza puede vincularse con la magnitud de los aportes de los contaminantes de origen no natural que producen efectos negativos afectando la fisiología y supervivencia de los organismos marinos y pueden ser peligrosos para la biota acuática y el ser humano (Tuñón *et al.*, 2022).

4.2.5. Concentración mercurio (Hg) en el sedimento

El nivel de mercurio en los diferentes puntos de muestreo durante los meses evaluados presentó valores N/D (no detectables), como lo expresa la tabla 4.5. De acuerdo con Báreena (2011) en su investigación realizada en la Bahía de Íte, los valores de mercurio no superaron los niveles mínimos de cuantificación de 0.01 mg/kg para sedimentos. Este mismo comportamiento se determinó en la presente investigación.

Tabla 4.5.

Concentración de mercurio en el sedimento

Muestra	Mercurio (mg/kg)			LMP
	Mayo	Julio	Agosto	
P.M. 1	N/D	N/D	N/D	
P.M. 2	N/D	N/D	N/D	
P.M. 3	N/D	N/D	N/D	0.13
P.M. 4	N/D	N/D	N/D	
P.M. 5	N/D	N/D	N/D	

Observaciones

ND= No detectado

Fuente: UDLA (2021)

El mercurio en el medio ambiente se encuentra en constante flujo entre los distintos compartimentos ambientales: suelo-aire-agua, de los suelos pasa a la atmósfera por volatilización y a las aguas por lavado y arrastre (Caiza, 2018). Las bajas o nulas concentraciones de Hg se producen por metilación, siendo un mecanismo biológico para la remoción de metales, esto ocurre cuando los metales son convertidos a derivados metilados que posteriormente son removidos por volatilización siendo un proceso dominante en sedimentos y en ambientes acuáticos resultando en la detoxificación del metal (Beltrán y Gómez, 2016).

4.2.6. Medición de parámetros fisicoquímicos al agua

Se determinó la composición fisicoquímica del agua en los puntos de muestreos establecidos tabla 4.6. En esta tabla, se resume la variación de concentración de los parámetros en relación a la marea baja y cuando ésta empieza a subir, dado que este recambio de marea hace al ecosistema rico desde el punto de vista biológico (García y Retamales, 2014).

De acuerdo con Suarez (2016), los valores de temperatura se encuentran en su rango normal, mientras que el pH, CE y salinidad se encuentra por debajo. Valores similares se encontraron en la investigación de Pernía *et al.* (2018) donde el pH, CE, salinidad y T (°C) cumplen con los criterios del autor.

Tabla 4.6.

Parámetros fisicoquímicos del agua

Parámetros fisicoquímicos en agua				
Punto de muestreo	pH	T(°C)	CE (mS/cm)	Salinidad
P.M. 1	7.24	26.3	20	10
P.M. 2	7.22	26.4	20.01	10.01
P.M. 3	7.25	26.3	20.01	10.01
P.M. 4	7.21	26.4	20	10
P.M. 5	7.24	26.3	20.1	10
Parámetros fisicoquímicos para aguas marinas por Suarez, 2016	7.4 - 8.4	26.44	33.7	37.45

Observaciones
pH= Potencial de hidrógeno
T= Temperatura
CE= Conductividad eléctrica

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

4.2.7. Medición de parámetros fisicoquímicos al sedimento

Los parámetros fisicoquímicos del sedimento fueron evaluados en los puntos de muestreos establecidos los cuales se detallan en la tabla 4.7.

García y Retamales (2014) mencionan que el aporte de sedimentos durante la época lluviosa se debe al relleno de riberas para asentamientos urbanos lo que disminuye la circulación del agua, de la parte externa y media, hasta el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.

La composición fisicoquímica de los sedimentos se encuentra según Smith *et al.* (2017) en los parámetros de T(°C) y CE dentro de lo que establecen, mientras que el pH se encuentra un poco por debajo; sin embargo, la salinidad se encuentra muy por encima del rango, Flores *et al.* (2018) menciona en su investigación muestra valores similares en salinidad, pH y T(°C) a los establecidos en los diferentes puntos de muestreos.

Tabla 4.7.

Parámetros fisicoquímicos del sedimento

Parámetros fisicoquímicos en sedimento				
Punto de muestreo	pH	T(°C)	CE (mS/cm)	Salinidad
P.M. 1	6.62	26.7	10.65	4.92
P.M. 2	6.67	26.5	9.9	4.30
P.M. 3	6.31	25.5	11.06	4.98
P.M. 4	6.81	25.5	10.36	4.30
P.M. 5	6.96	25.6	10.06	3.60
Parámetros fisicoquímicos para sedimentos marinos por Smith et al., 2017.	7.15 - 7.75	26 - 29.8	Mayor a 1.86	1.45

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

4.2.8. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson del plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd) vs parámetros fisicoquímicos en el sedimento.

La tabla 4.8. refleja el análisis de la varianza de las concentraciones de plomo y cadmio en los meses de mayo, julio y agosto de los cinco puntos de muestreos del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, no presentan significancia estadística dado que el valor $-p$ es mayor que 0.05. Es decir que, las medias de plomo y cadmio no tienen variación en el sedimento de los cinco puntos evaluados. El comportamiento es homogéneo en función de la contaminación, es decir, que podemos encontrar casi en toda la zona igual datos de concentración debido a las actividades productivas que se realizan en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.

Por otro lado, los valores no detectables de mercurio en sedimento no procedieron a la estadística. Sin embargo, se aplicó la prueba de Tukey para contrastar la información obtenida como se detalla en la tabla 4.9.

Tabla 4.8.

Análisis de la varianza de las concentraciones de plomo y cadmio

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pb	Inter-grupos	404.465	4	101.116	2.040	0.164
	Intra-grupos	495.650	10	49.565		
	Total	900.115	14			
Cd	Inter-grupos	0.231	4	0.058	0.241	0.909
	Intra-grupos	2.400	10	0.240		
	Total	2.631	14			

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

Se determinó que no hay variación significativa entre los meses de muestreo y los puntos evaluados; de esta manera, no se creó ningún grupo homogéneo. Es decir, no hay variabilidad en la concentración del plomo y cadmio entre los meses evaluados y los puntos de muestreos.

Tabla 4.9.

Prueba de Tukey aplicada al plomo y cadmio en sedimentos

N	Pb		Cd	
	PM	Subconjunto para alfa = .05	PM	Subconjunto para alfa = .05
1		1		1
3	4.00	41.4103	4.00	0.7777
3	3.00	52.8070	2.00	1.0223
3	2.00	54.1423	1.00	1.0273
3	1.00	54.9913	5.00	1.0307
3	500	55.0053	3.00	1.1597
	Sig.	0.202	Sig.	0.869

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

4.2.9. Correlación del plomo con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento

En la tabla 4.10. se ilustra correlación de Pearson entre el plomo vs parámetros fisicoquímicos del agua, observándose que la prueba de significancia (p) de los datos es mayor a 0.05, es decir no existen significancias entre las variables estudiadas. Esto concuerda con Córdova y Zambrano (2020) quienes no encontraron relación entre las concentraciones de plomo con los parámetros fisicoquímicos en agua deduciendo que no existe significancia.

Tabla 4.10.

Correlación de Pearson entre el plomo vs parámetros fisicoquímicos del agua

Parámetros fisicoquímicos	Correlación de Pearson		N
	Pb	Sig. (bilateral)	
pH	0.707	0.182	5
Temperatura	-0.613	0.272	
Conductividad	0.427	0.474	
Salinidad	0.021	0.974	

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

En la tabla 4.11. se detalla el método de correlación de Pearson entre el plomo vs parámetros fisicoquímicos del sedimento, observándose que la prueba de significancia (p) de los datos es mayor a 0.05, es decir no existen significancias entre las variables estudiadas, exceptuándose el parámetro de salinidad según Hernández *et al.* (2018) tiene una correlación fuerte (-0.937) y una significancia de 0.01 es decir, este parámetro modifica la captación de metal, además dependiendo la especiación química y mecanismos de regulación iónica influyen en su biodisponibilidad Pernía *et al.*, (2018); sin embargo, los resultados de

Acosta y Montilla (2011) muestra que no hay relación con los parámetros de pH, temperatura y conductividad, mientras que la salinidad junto con los niveles de plomo si tienen influencia estadística lo que se asemeja en la investigación.

Tabla 4.11.

Correlación de Pearson entre el plomo vs parámetros fisicoquímicos del sedimento

Correlación de Pearson		Pb	Sig. (bilateral)	N
Parámetros fisicoquímicos				
pH	-0.185		0.765	
Temperatura	0.496	1	0.396	5
Conductividad	-0.276		0.653	
Salinidad	-0.937(*)		0.019	

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

4.2.10. Correlación del cadmio con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento

La tabla 4.12. expresa la correlación de Pearson entre el cadmio vs parámetros fisicoquímicos del agua, observándose que la prueba de significancia (p) de los datos es mayor a 0.05; es decir entre las variables estudiadas no existen significancias. De acuerdo con Castro (2017) en su investigación no apreció relación entre los parámetros fisicoquímicos y las concentraciones de cadmio deduciendo de esta manera que no existe significancia estadística respecto a esta investigación.

Tabla 4.12.

Correlación de Pearson entre el cadmio vs parámetros fisicoquímicos del agua

Correlación de Pearson		Cd	Sig. (bilateral)	N
Parámetros fisicoquímicos				
pH	0.870		0.055	
Temperatura	-0.677	1	0.209	5
Conductividad	0.206		0.740	
Salinidad	0.133		0.832	

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

En la tabla 4.13. se detalla el método de correlación de Pearson entre el cadmio vs parámetros fisicoquímicos del sedimento, observándose que la prueba de significancia (p) de los datos es mayor a 0.05, en los datos, es decir no existen significancias entre las variables estudiadas. Los análisis de correlación mostrados por Espinosa *et al.* (2011) en su investigación en la Ciénaga Grande De Santa Marta, Colombia expresan que las concentraciones del metal cadmio

con las variables fisicoquímicas no muestran significancia estadística concordando con lo plasmado en esta investigación.

Tabla 4.13.

Correlación de Pearson entre el cadmio vs parámetros fisicoquímicos del sedimento

Correlación de Pearson		Cd	Sig. (bilateral)	N
Parámetros fisicoquímicos				
pH	-0.603		0.282	
Temperatura	0.154	1	0.804	5
Conductividad	0.173		0.781	
Salinidad	-0.874		0.053	

Fuente: Álava y Velásquez (2022)

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se identificaron actividades productivas que se desarrollan en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas como pasto cultivado con cultivos ciclo corto con un 49.58 %, Bosque natural con 37.57 %, camaroneras con 8.57 %, Bosque natural con pasto cultivado con 2.05 %, el área erosionada con 2.02 %, manglar con 0.16 % y zona urbana con un 0.04 %.

Las concentraciones de plomo (35.878 a 63.520 mg/kg) y cadmio (0.891 a 1.531 mg/kg) en el sedimento en los meses evaluados del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas superan los límites máximos permisibles estipulados por la normativa ambiental internacional que son 30.2 mg/kg en Pb y 0.7 mg/kg en Cd, a excepción del mes de mayo que los niveles de cadmio con valores menores a 0.483 mg/kg se encuentran dentro del rango establecido. Por otro lado, las concentraciones de mercurio no fueron detectadas por lo tanto no hay presencia de este metal; las altas concentraciones podrían deberse en gran medida a fuente antropogénicas constituyendo un peligro para la biota y el ser humano.

No existe correlación estadística entre los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimentos con las concentraciones plomo y cadmio, a excepción de salinidad en sedimento vs la concentración de plomo que tiene una correlación de (-0.937) y una significancia de 0.01.

5.2. RECOMENDACIONES

Efectuar un estudio socio económico de las actividades productivas colindantes al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas para llegar a identificar en detalle el impacto que tiene sobre el sedimento y el medio ambiente.

Realizar monitoreos semestrales de las concentraciones de plomo, cadmio y mercurio considerando la época seca y lluviosa para con el fin de comparar el comportamiento de los metaloides en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas y tomar acciones pertinentes.

Considerar esta información como línea base para futuras investigaciones teniendo en cuenta otras variables de estudio para evaluar la gestión de conservación que se está efectuando al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (2012). Hipótesis, Método y Diseño de Investigación. [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf)
- Acosta, M. y Montilla, J. (2011). Evaluación de la contaminación por cadmio y plomo en agua, suelo, y sedimento y análisis de impactos ambientales en la subcuenca del Río Balsillas afluente del Río Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1127&context=ing_ambiental_sanitaria
- Acosta, R. y Alfonso, D. (2021). Evaluar la concentración de plomo en sedimento en el sector norte del Estero Salado de Guayaquil, entre enero - febrero del 2021. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53521>
- Aeroterra. (2017). Sistemas de Información Geográfica. <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/historia-de-gis>
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR.] (1999). Mercurio. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.pdf
- Alcivar, M. y Mosquera, J. (2011). Concentración de metales pesados (Cr Total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el Estero Salado (Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/618>
- Andrade, E. y Ponce, W. (2016). Determinación de los niveles de metales pesados en la microcuenca del río Carrizal del cantón Bolívar, provincia de Manabí. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/283>
- Apaza, H. (2016). Determinación del contenido de mercurio en agua y sedimentos del río Suches-Zona bajo Paria Cojata - Puno. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2854>
- ArcGIS. (2012). Introducción a ArcGIS. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Arias, F. (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros físicoquímicos y contaminantes marino. <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas.pdf>
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro, 449.

- Azcona, M., Ramírez, R. y Flores, G. (2015). Efectos tóxicos del plomo. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 20(1), 72-77. <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2015/rmq151l.pdf>
- Báreena, L. (2011). Estudio de la Contaminación por Metales Ecotóxicos en sedimentos en la Bahía de Ite, Tacna. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/273/266>
- Beltrán, M. y Gómez, A. (2016). Biorremediación de metales pesados cadmio (Cd), cromo (Cr) y mercurio (Hg), mecanismos bioquímicos e ingeniería genética: una revisión. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2027>
- Blesa, M. y Castro, G. (2015). Historia natural y cultural del mercurio. http://aargentnapciencias.org/wp-content/uploads/2017/10/libro_historia_natural_cultural_mercurio.pdf
- Caiza, G. (2018). Mercurio en el suelo. Contaminación y remediación. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GISELA%20FERNANDA%20CAIZA%20CAIZA.pdf>
- Calderilla, J. (2018). Avances en la determinación de metales basados en la técnica de análisis en flujo multijeringa e impresión 3D. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000100065&script=sci_arttext
- Canadian Council of Miners of the Environment. (1999). Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Cadmium. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/231>
- Canadian Council of Miners of the Environment. (1999). Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Lead. <https://www.ccme.ca/files/ceqg/en/239.pdf>
- Canadian Council of Miners of the Environment. (1999). Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Mercury. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/241>
- Carpio, N. (2016). Cuantificación de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en agua, sedimento y plantas en el río Chimbo del cantón Marcelino Maridueña, prov. Guayas. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13733/1/Tesis%20Cuantificacion%20de%20Cd%20y%20Pb%20en%20agua%20C%20plantas%20y%20sedimento%20en%20el%20r%C3%ADo%20Chimbo.pdf>
- Castañé, P., Topalián, M., Cordero, R. y Salibián, A. (2003). Influencia de la especiación de los metales pesados en medio acuático como determinante de su toxicidad. <https://www.redalyc.org/pdf/919/91920103.pdf>

- Castro, R. (2017). Contaminación por metales pesados cadmio y plomo en agua, sedimento y en mejillón *Mytella Guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de junio y perimetral (Estero Salado, Guayaquil-Ecuador). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20970/1/TESIS%2018%20AGO%20ROBERTO%20CARLOS%20CASTRO%20GUERRERO.pdf>
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Bogotá: biblioteca electrónica de la Universidad Nacional de Colombia. <https://es.calameo.com/read/003146819cf01f68b123a>
- Cogua, P., Campos, N. y Duque, G. (2012). Concentración de mercurio total y metilmercurio en sedimento y seston de La Bahía De Cartagena, Caribe colombiano. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-97612012000200002&script=sci_abstract&tlng=es
- Consejo de Seguridad Nuclear [CSN]. (2007). Procedimiento de toma de muestras de sedimentos para la determinación de la radiactividad ambiental. <https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-07+Vigilancia+radiol%C3%B3gica+ambiental.+Procedimiento+1.10/a09753e4-7ab9-4ecc-b0dc-67099e75546f>
- Consejo Nacional de Planificación-CNP. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades.
- Córdova, M. y Zambrano, E. (2020). Concentración de plomo en agua y sedimentos en el Humedal La Segua, Provincia de Manabí. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1317>
- Correa, D. y Palacios, M. (2017). Nivel de conocimientos sobre efectos adversos en el uso de materiales que contienen mercurio-Hospital III-Essalud Chimbote. <https://docplayer.es/116575345-Nivel-de-conocimientos-sobre-efectos-adversos-en-el-uso-de-materiales-que-contienen-mercurio-hospital-iii-essalud-chimbote.html>
- Cortolima. (2014). Factores Físico Químicos y Bacteriológicos de los Ecosistemas. https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/POMCAS/POMCA_ANAMIC_HU/CAPITULO_2._DESCIPCION_DE_LA_CUENCA/1._SUBSISTEMA_FISICOBIOTICO/1.7_CALIDAD_DE_AGUAS.pdf
- El Diario. (2011). Las pangas siguen brindando servicio. <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/182825-las-pangas-siguen-brindando-servicio/>

- El Universo. (2010). Las gabarras de Bahía pasarán a otras zonas. <https://www.eluniverso.com/2010/09/20/1/1447/gabarras-bahia-pasaran-otras-zonas.html/>
- Encinas, M. (2011). Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio%20Ambiente%20y%20Contaminaci%C3%B3n.%20Principios%20b%C3%A1sicos.pdf?sequence=6>
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2018). Información básica sobre el mercurio. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>
- Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/lcl1799e.pdf>
- Espina, S. y Vanegas, C. (2005). Ecofisiología y Contaminación. <http://etzna.uacam.mx/epomex/publicaciones/contaminacion2/Contaminaci%C3%B3nParte2.pdf>
- Espinosa, L., Parra, J. y Villamil, C. (2011). Determinación del contenido de metales pesados en las fracciones geoquímicas del sedimento superficial asociado a los manglares de La Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v40n1/v40n1a01.pdf>
- Espitia, N. (2014). Determinación de metales pesados en sedimentos superficiales en cuerpos de agua del canal del dique en las poblaciones de Gambote y Soplaviento (Bolívar). <https://core.ac.uk/download/pdf/304894157.pdf>
- Eurachem Guide. (2014). The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_EN.pdf
- European Food Safety Authority [EFSA]. (2015). Metals as contaminants in food. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/metals-contaminants-food>
- Fernández, R., Trapero, A. y Domínguez, J. (2010). Experimentación en agricultura. https://www.researchgate.net/publication/280558890_Experimentacion_en_Agricultura
- Flores, C., Del Angel, E., Frías, D. y Gómez, A. (2018). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1670/1348>

- Frías, M., Juárez, M., Osuna, I., Abad, S., Izaguirre, G. y Voltolina, D. (2011). Los metales y la camaronicultura en México. *Hidrobiológica*, 21(3), 217-228. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300001&lng=es&tlng=es.
- Gaioli, M., Amoedo, D. y González, D. (2012). Impact of mercury on human health and the environment. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752012000300017
- García, M. y Retamales, R. (2014). Ictioplancton y peces del estuario del río Chone, Manabí, Ecuador, durante enero 2006- marzo 2007. https://www.researchgate.net/publication/280805031_Ictioplancton_y_peces_del_estuario_del_rio_Chone_Manabi_Ecuador_durante_enero_2006-marzo_2007#fullTextFileContent
- Gómez, G. (2005). Importancia económico-ambiental del ecosistema manglar. *Economía y Desarrollo*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4255/425541308005>
- Hernández, J., Espinosa, F., Rodríguez, J., Chacón, R., Toloza, C., Arenas, K., y Carrillo, S. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Redalyc*, 37(5). <https://www.redalyc.org/journal/559/55963207025/55963207025.pdf>
- Herrera, J. (2008). Investigación cuantitativa. <https://juanherrera.files.wordpress.com/2008/11/investigacion-cuantitativa.pdf>
- Herrera, J., Rodríguez, J., Coto, J., Salgado, V. y Borbón, H. (2013). Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del río Pirro. https://www.researchgate.net/publication/290519319_Evaluacion_de_metales_pesados_en_los_sedimentos_superficiales_del_rio_Pirro
- Herrera, J., Rodríguez, J., Coto, J., Salgado, V. y Borbón, H. (2011). Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del río Pirro. https://www.researchgate.net/publication/290519319_Evaluacion_de_metales_pesados_en_los_sedimentos_superficiales_del_rio_Pirro
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR). (2018). Manual de técnicas analíticas para la determinación de

parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos).

<http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas.pdf>

Irvine, K., Perrelli, M., Ngoen, R. y Droppo, I. (2009). Metal levels in street sediment from an industrial city: Spatial trends, chemical fractionation, and management implications.

https://www.researchgate.net/publication/225470324_Metal_levels_in_street_sediment_from_an_industrial_city_Spatial_trends_chemical_fractionation_and_management_implications

Jimenez, D. (2012). Cuantificación de metales pesados (Cadmio, Cromo, Níquel y Plomo) en agua superficial, sedimentos y organismos (*Crassostrea columbiensis*) Ostión de Mangle en el Puente Portete el Estero Salado Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1683>

Jiménez, R. (2008). Metodología de la investigación elementos básicos para la investigación clínica. Http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia_de_la_investigacion_1998.pdf

Laino, R., Bello, R., González, M., Ramírez, N., Jiménez, F. y Musálem, K. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala. *tecnología y ciencias del agua*, 6(4), 61-74. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000400004&lng=es&tlng=es.

Li, L., Jiang, M., Liu, Y. y Shen, X. (2019). Heavy metals inter-annual variability and distribution in the Yangtze River estuary sediment, China. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19301894?via%3Dihub>

Limo, U. (2003). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/ubillus_lj/cap2.pdf

Llopis, J. P. (2006). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*. https://books.google.com.ec/books/about/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica_apl.html?id=BFDuDQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

- Londoño, L., Londoño, P. y Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- López, M., Monk, S., Serrano, A., Pulido, G., Gaytan, J. y López, M. (2012). Dinámica de las variables fisicoquímicas del sedimento de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12111>
- Lozano, A. y Pernía, B. (2021). Determinación de la contaminación por cadmio y plomo en agua, sedimentos y *Anadara tuberculosa* en el área de manglar de Balao, Provincia de Guayas. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56787>
- MAE. (2014). Plan de manejo del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata. <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/Documentos/PLAN%20DE%20MANEJO-%20REVISICOF-02-09-2014-ACTUALIZADO.pdf>
- Mantilla, F. (2015). Técnicas de Muestreo: Un Enfoque a la Investigación de Mercado. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10177/1/T%C3%A9cnicas%20de%20muestreo%2C%20.pdf>
- Marín, A., Gonzalez, V., Lapo, B., Molina, E. y Lemus, M. (2016). Niveles de mercurio en sedimentos de la zona costera de El Oro, Ecuador. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-65382016000200147&script=sci_arttext
- Márquez, G., Fernández, Z., del Toro, R., Goehler, C. y Luederit, V. (2005). Contaminación por metales pesados en los sedimentos de los ríos TÍNIMA Y Hatibonico, Camaguey, Cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543687019.pdf>
- Martín, B; González, A; Díaz, S; Castro, I; y García, M. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional Ecosistemas, vol. 16, núm. 3, 2007, pp. 68-79 Asociación Española de Ecología Terrestre Alicante, España
- Mayia, Y. (2021). Determinación de cadmio y plomo en agua y sedimento en el estero Data de Posorja, provincia del Guayas-Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53437>
- Medina, J. y Delgado, M. (1999). Metodología de entrenamiento de observadores para investigaciones sobre e.f. y deportes en las que se utilice como método la observación. *Revista motricidad*, 5, 69-86. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2278295.pdf>

- Mero, M. (2010). Determinación de metales pesados (cd y pb) en moluscos bivalvos de interés comercial de cuatro esteros del Golfo de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/776>
- Mero, M., Pernía, B., Ramírez, N., Bravo, K., Ramírez, L., Larreta, E. y Egas, F. (2019). Concentración de cadmio en agua, sedimentos, *Eichhornia crassipes* Y *Pomacea canaliculata* en el río Guayas (Ecuador) y sus afluentes. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v35n3/0188-4999-rica-35-03-623.pdf>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador [MAE]. (2002). Refugio De Vida Silvestre Isla Corazón Y Fragatas. <https://www.ambiente.gob.ec/refugio-de-vida-silvestre-isla-corazon-y-fragatas/#>
- Ministerio de Ambiente y Agua [MAAE]. (2014). Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón Y Fragatas. <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/Documentos/PLAN%20DE%20MANEJO-%20REVISICOF-02-09-2014-ACTUALIZADO.pdf>
- Ministerio del ambiente. (2013). Guía para Muestreo de Suelos. <https://es.scribd.com/document/214505067/Suelo-Guia-para-el-Muestreo-de-Suelos-Proyecto>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO]. (2001). La contaminación y el deterioro de los recursos naturales. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/red-de-autoridades-ambientales-raa-/ms_2_tcm30-166724.pdf
- Morea, M. L. y Huerta, J. (2013). Sistemas de Información geográfica. https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr:3440992b-44ee-4240-8000-ac0a502ffb56/Ponencia_130.pdf
- Naranjo, Y. y Troncoso, W. (2008). Contents of cadmium, copper, zinc, and lead in organs of *Rhizophora* mangle in river Sevilla. <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3502/articulo07.pdf?sequence=1>
- Nava, C. y Méndez, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane113f.pdf>
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf

- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2011). Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud. https://www.who.int/phe/chemicals/faq_mercury_health/es/#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20las%20principales%20fuentes,de%20electricidad%20y%20la%20calefacci%C3%B3n.
- Ortiz, J. (2017). Ecotoxicología del cadmio, riesgo para la salud por la utilización de suelos ricos en cadmio. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/JAVIER%20ORTIZ%20SANCHEZ.pdf>
- Peñafiel, M., Vallejo, A. y Chalen, J. (2017). Evaluación de la calidad físico-química en agua y sedimentos del estero salado en el noroeste de América Latina. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/151>
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., Ramírez, N., Ramírez, L., Bravo, K., . . . Zambrano, J. (2018). Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n2/art009.html
- Pesantez, J., Ríos, A. y González, J. (2021). Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292021000200007
- Pineda, V. (2009). Granulometría y geoquímica de los sedimentos marinos en el área comprendida entre el seno Reloncaví y Golfo Corcovado, Chile. Crucero CIMAR 10 fiordos. <https://www.redalyc.org/pdf/624/62412166003.pdf>
- Pozo, F. (2017). Presencia de metales pesados Cadmio y Plomo en el estuario del río Chone Manabí, Ecuador. <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/565>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2010). Final review of scientific information on cadmium. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste>
- Ramírez, A. (2002). Toxicología del cadmio conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v63_n1/toxicologia.htm
- Ramírez, A. (2008). Intoxicación ocupacional por mercurio. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000100010

- Ramírez, A. (2017). Determinación de Cadmio y Plomo en agua y sedimento del estero "El Macho" de la ciudad de Machala. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18532>
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M. y González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096110>
- Ribadeneria, R. y Zambrano, F. (2018). Evaluación de los Niveles de mercurio en agua y sedimento en el embalse la Esperanza. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/800>
- Riofrio, D. (2016). Biomonitorio de mercurio en *bivalvo anadara grandis* en tres localidades de la región costera de la Provincia de el Oro. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7725>
- Riveros, D. (2015). La georreferenciación. <https://es.educaplay.com/recursos-educativos/1890010-georefenciacion.html>
- Rodríguez, J. y Olivella, R. (2020). Introducción a los sistemas de información geográfica. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53645/1/Introducci%C3%B3n%20a%20los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica.pdf>
- Romero, K. (2009). Contaminación por metales pesados. Revista Científica Ciencia Médica, 12 (1), 45-46. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100013&lng=es&tlng=es.
- Rosas, H. (2001). Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Tesis Docorals en Xarxa. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/6978>
- Salud pública de México. (2011). Confusión por el cadmio ¿Los consumidores necesitan protección? <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2011.v53n2/178-186>
- Sánchez, G. (2016). Ecotoxicología del cadmio. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GARA%20SANCHEZ%20BARRON.pdf>
- Sarría, F. A. (2016). Sistemas de Información Geográfica. <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Senior, W., Valarezo, C., Sánchez, O., Tobar, J., Collaguazo, A., Benitez, A., . . . Marquez, A. (2016). Evaluación de la distribución del contenido total y

biodisponibles de los metales pesados, Cu, Cd, Pb y Hg en sedimentos superficiales del estero de Santa Rosa, Provincia De El Oro, Ecuador. 1. https://www.researchgate.net/publication/283733140_Evaluacion_de_la_distribucion_del_contenido_total_y_biodisponibles_de_los_metales_pesados_Cu_Cd_Pb_y_Hg_en_sedimentos_superficiales_del_estero_de_Santa_Rosa_Provincia_De_El_Oro_Ecuador

Silva, A. y Zamora, H. (2005). Humedales artificiales. <https://core.ac.uk/download/pdf/11051537.pdf>

Smith, J., Colina, M., Sanchez, G. y Montilla, B. (2017). Especiación de mercurio en el caño alpargatón y en las zonas marino - costero del golfo Triste. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1031>

Solano, A. (2008). Movilización de metales pesados en residuos y suelos industriales afectados por la hidrometalurgia del cinc. <http://hdl.handle.net/10201/190>

Suarez, R. (2016). Calidad de las aguas de las playas del sector turístico de Cartagena de Indias, norte de Colombia. <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1014/0069799.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Super Intendencia de Riesgos del Trabajo [SRT]. (2016). Plomo. Ficha Técnica #05: https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-tecnica_Plomo_2016.pdf

Texto Unificado de La Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA. (2015). Libro VI, Anexo I Recurso Agua. Edición Especial No 270. p 10.

Torres, M., Paz, K., y Salazar, F. (2018.). Métodos de recolección de datos para una investigación. http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf

Torres, O., Garza, L., Abrego, V., Bernal, M. y Piñeyro, A. (2001). Contaminación ambiental y salud. Parte i. Plomo: exposición en niños y la importancia de su detección. Ciencia UANL, 4(1), 76-82. <https://www.redalyc.org/pdf/402/40240113.pdf>

Tuñón, O., Chang, J., Carneiro, D., Leone, O., Goti, I., y Gómez, J. (2022). Impacto del cobre (Cu) y cadmio (Cd) en sedimento del Estero Farfán, Golfo de Montijo, Panamá. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/25>

Vargas, I. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3945773>

Visviki, I. y Rachlin, J. (1991). The Toxic Action and Interactions of Copper and Cadmium to the Marine Alga *Dunaliella minuta*, in Both Acute and Chronic Exposure. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 20(2), 271-275.

Zamora, O., Lozano, R. y Samayoa, H. (2019). Adecuabilidad y comparación de técnicas espectroscópicas para el análisis de muestras de origen geológico. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000100065&script=sci_arttext

ANEXOS

Anexo 1.

Ficha de observación



FICHA DE OBSERVACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	SI	NO	OBSERVACIONES
Cultivos que se encuentren alrededor del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.			
Producción de ganado y porcicultura			
Actividades de pesca			
Actividades acuícolas			
INSTITUCIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MFL"	CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL		
AUTORES ÁLAVA VERA JEFFERSON LEONARDO VELÁSQUEZ ZAMBRANO ALEX DAVID			

Anexo 2.*Modelo de entrevista***ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS/LAS GUÍAS TURÍSTICOS Y HABITANTES DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS**

1. **¿Qué actividades comerciales realizan en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas?**
2. **¿Cuáles son las especies que más se comercializan en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas?**
3. **¿Cuáles son las zonas de mayor producción?**
4. **¿Qué tipo de equipos se utilizan para las actividades productivas?**
5. **¿Utiliza equipos que requieran el uso de combustibles?**
6. **¿Qué tipo combustible utiliza?**
7. **¿Qué tipo de productos utiliza para el mantenimiento?**
8. **¿Dónde dispone los envases de los productos de mantenimiento?**
9. **¿Cada cuánto tiempo se dan mantenimiento a los equipos que se utilizan?**

Anexo 3. Resultados de laboratorio

Anexo 3.A.

Informe de servicios de ensayo (pág. 1)



Informe No. LI-AM-10

Fecha de emisión: mayo 27, 2021

1. Información Cliente

Cliente:	Fabian Macías Peñarrieta
Correo electrónico:	fabian.penarrietama@espam.edu.ec
Institución:	Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

2. Cotización

Descripción	Detalles adicionales	Muestras por entregar	Costo por muestra	Costo Total
Servicio de análisis químico	Análisis de mercurio por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	45	\$13.35	\$600.75
	Análisis multi-elemento (33 elementos) Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Cs, Cr, Co, Cu, Ga, In, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, P, K, Rb, Se, Si, Ag, Na, Sr, S, Te, Tl, V, Zn por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	45	\$12.00	\$540
	Subtotal			\$1140.75
	IVA			\$136.89
	TOTAL			\$1277.64

LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN - UDLA
 Universidad de Las Américas – Quito, Ecuador
 Sede Queri (Calle Queri y Granados) – Bloque 5 – Piso 3
 Teléfono +593 (2) 3981000 ext. 2384
laboratorio.investigacion@udla.edu.ec

Anexo 3.B.

Informe de servicios de ensayo (pág. 2)



3. Datos de las Muestras*

Muestras entregadas**	Análisis de mercurio por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	Fecha de recepción de muestras
	Análisis Multi-elemento (33 elementos) Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Cs, Cr, Co, Cu, Ga, In, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, P, K, Rb, Se, Si, Ag, Na, Sr, S, Te, Tl, V, Zn	
45	45	17.05.2021

*Adjunto Formulario Solicitud de Análisis (información de cada muestra entregada).

** Las muestras son recopiladas y entregadas directamente por el cliente para su análisis en los Laboratorios de Investigación – UDLA. La UDLA asume, de buena fe, que todas las muestras recibidas cuentan con el respaldo legal obtenido por el contratante en materia de permisos de obtención, manipulación y demás requerimientos establecidos en las normativas de la legislación ecuatoriana.

4. Reporte de resultados

Método de análisis	Fecha de análisis	Fecha de obtención de resultados
Análisis de mercurio por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	25.05.2021	26.05.2021
<ul style="list-style-type: none"> • PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 1: por microondas basado en el método ANIMAL TISSUE (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de Hepatopáncreas de Jaiba Azul, Tejido blando Concha prieta, Hepatopáncreas de Cangrejo rojo y Tejido blando Ostra. • PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 2: por microondas basado en el método U.S. EPA 3051 (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de sedimentos. • PROTOCOLO DE ANÁLISIS MERCURIO: Corrida en iCAP 7400 ICP-OES Thermo Scientific, usando vista axial y radial de acuerdo con la longitud de onda de los metales. Se realizó una curva de calibración con el estándar de mercurio para cuantificar las cantidades obtenidas. Se corre un control de calidad después de la corrida de las muestras para medir la reproducibilidad de los datos obtenidos. ESTÁNDAR MERCURIO: Mercury Standard para ICP, TraceCERT®, Marca: SIGMA-ALDRICH; Código: 102001160; Fecha de expiración: Abril/2022. 		

Observaciones:

- Debido a la alta cantidad de agua en las muestras, fue necesario un proceso de liofilización de 5 días para poder procesar las muestras.
- Se evitó el uso de utensilios elaborados a base de metal durante el pesaje, la pulverización y la homogeneización de las muestras para evitar interferencias en los análisis.

LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN - UDLA
Universidad de Las Américas – Quito, Ecuador
Sede Queri (Calle Queri y Granados) – Bloque 5 – Piso 3
Teléfono +593 (2) 3981000 ext. 2384
laboratorio.investigacion@udla.edu.ec

Anexo 3.C.

Informe de servicios de ensayo (pág. 3)



Método de análisis	Fecha de análisis	Fecha de obtención de resultados
Análisis Multi-elemento (33 elementos) Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Cs, Cr, Co, Cu, Ga, In, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, P, K, Rb, Se, Si, Ag, Na, Sr, S, Te, Tl, V, Zn	25.05.2021	26.05.2021
<ul style="list-style-type: none"> • PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 1: por microondas basado en el método ANIMAL TISSUE (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de Hepatopáncreas de Jaiba Azul, Tejido blando Concha prieta, Hepatopáncreas de Cangrejo rojo y Tejido blando Ostra. • PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 2: por microondas basado en el método U.S. EPA 3051 (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de sedimentos. • PROTOCOLO DE ANÁLISIS MULTIELEMENTO: Corrida en iCAP 7400 ICP-OES Thermo Scientific, usando vista axial y radial de acuerdo con la longitud de onda de los metales. Se realizó una curva de calibración con el estándar multi-elemento para cuantificar las cantidades obtenidas. Se corre un control de calidad después de la corrida de las muestras para medir la reproducibilidad de los datos obtenidos. ESTÁNDAR MULTIELEMENTO: Periodic Table Mix 1 para ICP, TraceCERT®, Marca: SIGMA-ALDRICH; Código: 102156731; Fecha de expiración: Julio/2023. 		

Observaciones:

- Debido a la alta cantidad de agua en las muestras, fue necesario un proceso de liofilización de 5 días para poder procesar las muestras.
- Se evitó el uso de utensillos elaborados a base de metal durante el pesaje, la pulverización y la homogeneización de las muestras para evitar interferencias en los análisis.

5. Informe Final

Fecha de elaboración de informe técnico	Archivos adjuntos
26.05.2021	1. RESULTADOS ANÁLISIS MERCURIO
27.05.2021	2. RESULTADOS ANÁLISIS MULTIELEMENTO (33 METALES)

LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN - UDLA
 Universidad de Las Américas – Quito, Ecuador
 Sede Queri (Calle Queri y Granados) – Bloque 5 – Piso 3
 Teléfono +593 (2) 3981000 ext. 2384
laboratorio.investigacion@udla.edu.ec

Anexo 3.D.**Informe de servicios de ensayo (pág. 4)****Notas:**


1. El presente informe de ensayo aplica únicamente para las muestras entregadas por el cliente a la fecha y hora descritas en este documento. Las muestras fueron analizadas según fueron recibidas en los Laboratorios de Investigación – UDLA.
2. Los resultados obtenidos se tratarán como información confidencial. La UDLA ratifica la autoría intelectual del contratante sobre las muestras y los resultados de los servicios obtenidos.
3. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin previa autorización de los Laboratorios de Investigación – UDLA.

Firma de Responsable Técnica
María Genoveva Granda
Técnica
Laboratorios de Investigación

Firma de Autorización
Angie Buitrón
Coordinadora
Laboratorios de Investigación


Anexo 3.E.

Datos preliminares de análisis de metales por ICP

	
Nombre del Solicitante:	Fabián Peñarrieta Macías
Fecha de entrega de muestras:	Mayo 17, 2021
Fecha de análisis:	Mayo 25, 2021
Condiciones de muestra:	Las muestras fueron entregadas en fundas Ziploc etiquetadas con los códigos establecidos por el solicitante.
Preparación de muestra animal:	Se pesó 0,5 g de muestra seca y molida y se añadió 2 ml de Peróxido de Hidrógeno y 8 ml de Ácido Nítrico Trace Metal. Después de la digestión se filtró la muestra en balones de 50 ml y se aforó con agua Tipo I.
Técnica utilizada:	ICP-OES (Plasma Inductivo Acoplado)
Método 1 utilizado:	Animal Tissue
Preparación de muestra sedimentos:	Se pesó 0,5 g de muestra seca y molida y se añadió 10 ml de Ácido Nítrico Trace Metal. Después de la digestión se filtró la muestra en balones de 50 ml y se aforó con agua Tipo I.
Técnica utilizada:	ICP-OES (Plasma Inductivo Acoplado)
Método 2 utilizado:	U.S. EPA 3051
Fecha de entrega de resultados:	Mayo 27, 2021
Responsable del análisis:	Genoveva Granda

Anexo 3.F.

Resultados análisis de cadmio (Cd) por ICP

		RESULTADOS METALES ppm (mg/Kg)										
Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	In	K
Tojido blanco Ostra 10	Muestra 10	TEJB-OS10	0.5258	7.867	ND	0.805	ND	308.291	476.340	ND	1.101	6283.300
SEDIMENTO 1	Muestra 1 punto de muestreo 1	SED-1	0.5364	0.471	14.308	30.062	ND	31.545	21794.102	4.881	13.944	2923.063
SEDIMENTO 2	Muestra 1 punto de muestreo 2	SED-2	0.5332	0.471	14.522	26.452	ND	37.430	22395.374	4.625	16.488	2667.232
SEDIMENTO 3	Muestra 1 punto de muestreo 3	SED-3	0.5165	0.483	13.062	24.211	ND	33.756	19932.389	3.074	11.545	2447.710
SEDIMENTO 4	Muestra 1 punto de muestreo 4	SED-4	0.5183	0.453	13.987	27.897	ND	36.887	22091.802	3.897	12.741	2849.454
SEDIMENTO 5	Muestra 1 punto de muestreo 5	SED-5	0.5416	0.461	14.211	25.784	ND	35.970	22567.597	4.211	14.598	2689.231


Anexo 3.G.

Resultados análisis de plomo (Pb) por ICP

		RESULTADOS METALES ppm (mg/Kg)										
Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Rb	S
Tojido blanco Ostra 10	Muestra 10	TEJB-OS10	0.5258	0.603	2267.056	20.243	11025.681	2.855	9159.527	0.175	ND	9144.403
SEDIMENTO 1	Muestra 1 punto de muestreo 1	SED-1	0.5364	35.177	6069.395	400.181	3508.687	22.592	495.038	51.158	ND	1705.080
SEDIMENTO 2	Muestra 1 punto de muestreo 2	SED-2	0.5332	37.508	6640.992	529.155	3088.030	22.852	534.362	53.428	ND	1176.487
SEDIMENTO 3	Muestra 1 punto de muestreo 3	SED-3	0.5165	34.161	5514.246	298.678	3415.874	24.653	520.160	47.296	ND	1000.170
SEDIMENTO 4	Muestra 1 punto de muestreo 4	SED-4	0.5183	36.874	6873.200	479.924	3201.980	22.678	514.987	49.781	ND	1560.780
SEDIMENTO 5	Muestra 1 punto de muestreo 5	SED-5	0.5416	36.617	6219.932	356.705	3254.170	23.912	480.212	50.697	ND	1222.610

Anexo 3.H.

Resultados análisis de mercurio (Hg) por ICP

					
RESULTADOS MERCURIO (ppm) (mg/Kg)					
Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Dilución	Hg
Tejido blando Concha prieta 1	Muestra 1	TB-CP1	0,5273	50 mL	0,009
Tejido blando Concha prieta 2	Muestra 2	TB-CP2	0,5252	50 mL	0,010
Tejido blando Concha prieta 3	Muestra 3	TB-CP3	0,5178	50 mL	0,009
Tejido blando Concha prieta 4	Muestra 4	TB-CP4	0,5083	50 mL	0,008
Tejido blando Concha prieta 5	Muestra 5	TB-CP5	0,5135	50 mL	0,007
Tejido blando Concha prieta 6	Muestra 6	TB-CP6	0,5140	50 mL	0,004
Tejido blando Concha prieta 7	Muestra 7	TB-CP7	0,5074	50 mL	0,005
Tejido blando Concha prieta 8	Muestra 8	TB-CP8	0,5116	50 mL	0,005
Tejido blando Concha prieta 9	Muestra 9	TB-CP9	0,5108	50 mL	0,004
Tejido blando Concha prieta 10	Muestra 10	TB-CP10	0,5011	50 mL	0,005
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 1	Muestra 1	Hept-CA1	0,5307	50 mL	0,211
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 2	Muestra 2	Hept-CA2	0,5394	50 mL	0,043
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 3	Muestra 3	Hept-CA3	0,5355	50 mL	0,040
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 4	Muestra 4	Hept-CA4	0,5286	50 mL	0,035
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 5	Muestra 5	Hept-CA5	0,5312	50 mL	0,041
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 6	Muestra 6	Hept-CA6	0,5373	50 mL	0,041
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 7	Muestra 7	Hept-CA7	0,5322	50 mL	0,033
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 8	Muestra 8	Hept-CA8	0,5295	50 mL	0,024
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 9	Muestra 9	Hept-CA9	0,5328	50 mL	0,039
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 10	Muestra 10	Hept-CA10	0,5377	50 mL	0,025
Hepatopáncreas Jaiba Azul 1	Muestra 1	Hep-JA1	0,5258	50 mL	0,001
Hepatopáncreas Jaiba Azul 2	Muestra 2	Hep-JA2	0,5203	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 3	Muestra 3	Hep-JA3	0,5150	50 mL	0,001
Hepatopáncreas Jaiba Azul 4	Muestra 4	Hep-JA4	0,5000	50 mL	0,003
Hepatopáncreas Jaiba Azul 5	Muestra 5	Hep-JA5	0,5209	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 6	Muestra 6	Hep-JA6	0,5276	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 7	Muestra 7	Hep-JA7	0,5249	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 8	Muestra 8	Hep-JA8	0,5121	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 9	Muestra 9	Hep-JA9	0,5327	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 10	Muestra 10	Hep-JA10	0,5250	50 mL	ND
Tejido blando Ostra 1	Muestra 1	TEJB-OS1	0,5348	50 mL	0,024
Tejido blando Ostra 2	Muestra 2	TEJB-OS2	0,5223	50 mL	0,024
Tejido blando Ostra 3	Muestra 3	TEJB-OS3	0,5203	50 mL	0,022
Tejido blando Ostra 4	Muestra 4	TEJB-OS4	0,5368	50 mL	0,017
Tejido blando Ostra 5	Muestra 5	TEJB-OS5	0,5422	50 mL	0,018
Tejido blando Ostra 6	Muestra 6	TEJB-OS6	0,5307	50 mL	0,015
Tejido blando Ostra 7	Muestra 7	TEJB-OS7	0,5290	50 mL	0,014
Tejido blando Ostra 8	Muestra 8	TEJB-OS8	0,5241	50 mL	0,014
Tejido blando Ostra 9	Muestra 9	TEJB-OS9	0,5298	50 mL	0,008
Tejido blando Ostra 10	Muestra 10	TEJB-OS10	0,5258	50 mL	0,011
SEDIMENTO 1	Muestra 1 punto de muestreo 1	SED-1	0,5364	50 mL	ND
SEDIMENTO 2	Muestra 1 punto de muestreo 2	SED-2	0,5332	50 mL	ND
SEDIMENTO 3	Muestra 1 punto de muestreo 3	SED-3	0,5185	50 mL	ND
SEDIMENTO 4	Muestra 1 punto de muestreo 4	SED-4	0,5183	50 mL	ND
SEDIMENTO 5	Muestra 1 punto de muestreo 5	SED-5	0,5416	50 mL	ND

Anexo 4. *Establecimiento de las actividades productivas realizadas en el Refugio De Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas*

Anexo 4.A.

Georreferenciación de los puntos de estudio



Anexo 4.B.

Identificación de actividades productivas



Anexo 4.C.

Entrevista realizada a guardaparques

**Anexo 5. Determinación de la concentración de metales en el sedimento del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas****Anexo 5.A.**

Toma de muestras de sedimentos



Anexo 5.A.*Rotulación de las muestras de sedimentos***Anexo 5.A.***Muestras de sedimentos preparadas para el envío al laboratorio*

Anexo 5.B.*Medición de parámetros fisicoquímicos al agua y sedimento*