Pontificia Universidad Católica del Ecuador | SEDE ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

DIAGNOSTICO SEDIMENTARIO ACTUAL, EN RELACION A LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DEL BOSQUE DE MANGLAR DE LA RESERVA ECOLOGICA MANGLARES CAYAPAS – MATAJE (REMACAM).

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR

Intriago Pérez Kevin Josué

TUTOR

MSc. FREDDY HERNAN QUIROZ PONCE

MARZO, 2022

TRIBUNAL DE APROBACION

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-E previo a la obtención del título de Licenciado en Gestión Ambiental.

Presidente Tribunal de graduación

MSc. Karla Solís Charcopa.
LECTOR 1

MSc. Rubén Vinueza Cherrez.
LECTOR 2

MSc. Karla Solís Charcopa
Coordinadora de la Carrera de gestión Ambiental

MSc. Freddy Quiroz Ponce
Director de tesis

AUTORIA

Yo, Kevin Josué Intriago Pérez, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Esmeraldas.

FIRMA: _____

KEVIN JOSUE INTRIAGO PÈREZ
C.I: 0804411734

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir una meta más y una de las más importantes que tengo.

A mi padre Vicente Intriago Pinargote y a mi madre Magaly Pérez Balanzátegui, son los seres más importantes en mi vida y pilar fundamental para concretar este logro.

A mis hermanos Dayanvi y Dayana que siempre estuvieron ahí apoyándome y brindándome su apoyo incondicional.

A todas las personas (familiares y amigos) que depositaron su confianza en mí, demostrándome lo mucho que me aprecian y me consideran.

Y por último quiero dedicar este trabajo a todos los compañeros que en algún momento compartieron aula conmigo, me llevo lo mejor de cada uno de ustedes; un gesto, una conversación, una palabra, una acción; me ayudaron a madurar y ser más empático con los demás y varios de ellos demostrándome que la verdadera amistad si existe.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a mi asesor de tesis el Ing. Ftal. Freddy Quiroz Ponce por ser un buen profesor, por entender, comprender y sobre todo tener la paciencia para guiarme, demostrando su profesionalismo en cada clase y corrección de este trabajo.

Quiero agradecer a los todos los Guardaparques de la REMACAM; en especial a Benito Hurtado, Nelson, Javico y el Ing. Juan Pablo Garrido por brindarme la apertura al área y ayudarme con todo lo necesario para poder realizar este trabajo investigativo.

INDICE

APROBACION DE TRABAJO.....**¡Error! Marcador no definido.**

AUTORIA.....iii

DEDICATORIA.....iv

AGRADECIMIENTO.....v

ABREVIATURAS.....ix

LISTA DE TABLAS.....x

LISTA DE GRAFICOS.....xi

RESUMEN.....xii

ABSTRAC.....xiii

INTRODUCCION.....1

Planteamiento del problema.....4

Justificación.....5

Objetivos 6

Objetivo general.....6

Objetivos específicos.....6

CAPITULO I: MARCO TEORICO.....7

Bases Teórico científicas.....7

Estudio de impacto ambiental.....8

El Manglar.....9

Antecedentes.....11

Metales Pesados.....12

Marco Legal.....14

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS.....15

Área de estudio.....16

Recolección de datos.....18

Análisis en laboratorio.....19

Análisis de datos.....19

Correlación y Regresión lineal (programa r).....19

Test de normalidad por Chi-cuadrado 20
Prueba T 20
CAPITULO III: RESULTADOS 21
Correlación y regresión lineal 22
Estero El Nadadero 22
Estero Bajo El Ostional 22
Faro Tolita De Los Castillos 22
El Najurungo 23
La Hermesa 23
Análisis de datos: Correlación y regresión lineal 24
Análisis General Correlación y Regresión lineal: Junio y Julio (Comparativa) 25
Estero El Nadadero 25
Estero Bajo El Ostional 26
Faro Tolita De Los Castillos 27
El Najurungo 28
La Hermesa 29
Análisis de datos: Test de normalidad por Chi-cuadrado 30
Análisis 3: Test de normalidad por Chi-cuadrado Junio y Julio (Por cada estero) 31
Estero El Nadadero 31
Estero Bajo El Ostional 32
Faro Tolita De Los Castillos 33
Figura 23: Data Summary para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Julio ..... **¡Error! Marcador no definido.**
El Najurungo 34
La Hermesa 34
Análisis general: Test de normalidad por Chi-cuadrado Junio y Julio (Por cada estero) 35
Prueba T Junio y Julio (Comparativa) 37
Estero El Nadadero 37

Estero Bajo El Ostional..... 37
Faro Tolita De Los Castillos..... 38
El Najurungo..... 38
La Hermesa..... 38
Análisis general: Prueba T Junio y Julio (Comparativa) 39
CAPITULO IV: DISCUSION 40
CAPITULO V: CONCLUSIONES 43
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES 44
CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA 45
ANEXOS..... 49

ABREVIATURAS

REMACAM: Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje

Mp: Metales Pesados

Cr: Cromo

Hg: Mercurio

Cd: Cadmio

Cobre: Cu

Fe: Hierro

Plomo: Pb

Kg: Kilogramos

Mg: Miligramos

ETP: Ecorregiones Terrestres Prioritarias

PUCESI: Pontificia Católica del Ecuador sede Ibarra

Zn: Zinc

Ni: Níquel

Co: Cobalto

Al: Aluminio

Ph: Potencial de hidrogeno

Ppm: Partes por Millón

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

N.O: Noroccidente

AICAs: Áreas Importantes para la Conservación de las Aves

Cms: Centímetros

Udm: Unidad de medida

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: ……Datos generales del área de estudio.

Tabla 2. ……Análisis requerido según Estudio Estadístico y Temporalidad

Tabla 3: ……Muestrario para 'El Nadadero' – Junio y Julio

Tabla 4…….....Muestrario para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio y Julio

Tabla 5: ……Muestrario para 'Faro Tolita De Los Castillos ' – Junio y Julio

Tabla 6: ……Muestrario para ‘El Najurungo' – Junio, Julio

Tabla 7: ……... Muestrario para ‘La Hermesa' – Junio, Julio

Tabla 8 ……..... Sumario resultante por las localidades (Correlación y regresión lineal)

Tabla 9: …….....Sumario resultante por las localidades (Test de normalidad por Chi-cuadrado)

Tabla 10: ……... Tabla resumen de los meses enfocándose en el lugar de mayor y menor afectación (Por cada localidad)

Tabla 11: ……... Tabla de datos cuantificativos de las localidades y meses de proyecto en cuanto al p valor (Prueba T Junio y Julio (Comparativa)

LISTA DE GRAFICOS

Figura 1: ……..... Ubicación espacial de los puntos de muestreo. Fuente: Elaboración propia
Figura 2: ……..... Ubicación espacial de los puntos de muestreo. Fuente: Elaboración propia
Figura 3: ……..... Data Summary para 'Estero El Nadadero' – Junio y Julio
Figura 4: ……..... Data Summary para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio y Julio
Figura 5: ……..... Data Summary para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Junio y Julio
Figura 6: ……..... Data Summary para 'El Najurungo' – Junio y Julio
Figura 7: ……..... Data Summary para 'La Hermesa' – Junio y Julio
Figuras 8 y 9: ……. Data Summary para 'Estero El Nadadero' – Junio y Julio
Figura 10: ……..... Data Summary para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio
Figura 11: ……..... Data Summary para 'Estero Bajo el Ostional –Julio
Figura 12: ……..... Data Summary para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Junio
Figura 13: ……..... Data Summary para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Julio
Figura 14: ……..... Data Summary para 'El Najurungo' – Junio
Figura 15: ……..... Data Summary para 'El Najurungo' –Julio
Figura 16: ……..... Data Summary para 'La Hermesa' – Junio
Figura 17: ……..... Data Summary para 'La Hermesa' –Julio
Figura 18: ……..... Data Summary para 'Estero El Nadadero' – Junio y Julio
Figura 19: ……..... Data Summary para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio y Julio
Figura 20: ……..... Data Summary para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Junio y Julio
Figura 21: ……..... Data Summary para 'El Najurungo' – Junio y Julio
Figura 22: ……..... Prueba T para 'La Hermesa' – Junio y Julio

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje en donde antes de empezar con el trabajo de recolección se procedió a entrar al área durante 4 días para la realización de una serie de socializaciones junto con los Guardaparques de área para determinar en qué zonas se debería hacer la recolección de las muestras, tomando en cuenta como antecedentes los proyectos que se han llevado en el área tiempo atrás.

Una vez dado por concreto los lugares de muestro, las veces y los meses en los que se realizaran los muestreos, se procedió a comprar los materiales que se requerirían para proceder con la captación de las muestras. Se realizó el viaje para hacer el muestreo un día antes, y al día siguiente según la marea (necesita que esta baja) se procedió a realizar el muestreo en el orden establecido previamente durante las socializaciones.

Con ayuda de una lancha impulsada por un Suzuki 40 llegamos al primero punto (Estero El Nadadero) con ayuda de un bailejo y un sacabocado dependiente de la compactibilidad del sedimento, se procedía a sacar las muestras tomando en cuenta la profundad misma previamente establecida (20 a 30 cms), si el sedimento estaba suave procedía con el bailejo y si estaba más compacto procedía con el sacabocado. Una vez llena las fundas ziploc se procedió a distinguirlas con un marcador y enviarlas al laboratorio GRUENTEC en donde de 8 a 10 días laborables los resultados ya estaban listos.

Una vez con los resultados en las manos se procedió al análisis de los datos según lo necesario estadísticamente, en donde se prosiguió con la metodología previamente propuesta utilizando el programa R para Test de normalidad por Chi-cuadrado, Prueba T, Correlación y Regresión lineal respectivamente.

En donde se pudo constatar que el elemento Cobre (Cu) es aquel que posee mayor injerencia en los sedimentos, por ende, el más contaminante y en base a los muestrarios, del resultado de la regresión lineal el estado de la correlación entre las variables ‘metales’ y ‘concentración’ es **nulo** en todas las localidades dadas la presencia de una alta concentración del cobre (mg/kg). Situación similar que sucede en los residuales, los cuales, en su mayoría negativos, lo cual indica que el modelo representa datos por debajo del valor esperado. A excepción de Faro Tolita De Los Castillos en donde los valores residuales no son significativos.

En base a los resultados de las pruebas chi cuadrado mostrada anteriormente en las figuras, se muestra el análisis por cada localidad. De ello en su mayoría la función de probabilidad no parte de una distribución normal, es decir es otra función que forman en conjunto los datos. En base a los resultados de la prueba t presentada en las figuras anteriormente presentadas, se mostró el análisis por cada localidad. De ello se enuncio que el valor p, como el indicador de probabilidad, en función de las pruebas estadísticas como validez de la hipótesis resultante.

ABSTRAC

The present work was carried out in the Reserva Ecologica Manglares Cayapas Mataje, where, before starting the collection work, we proceeded to enter the area for 4 days to carry out a series of socializations together with the area park rangers to determine in which areas The samples should be collected, considering as background the projects that have been carried out in the area long ago.

Once the sampling places, the times and the months in which the samplings would be carried out were determined, we proceeded to buy the materials that would be required to proceed with the collection of the samples. The trip was made to do the sampling one day before, and the next day according to the tide (it needs to be low), the sampling was carried out in the order previously established during the socializations.

With the help of a boat powered by a Suzuki 40 we reached the first point (Estero El Nadadero) with the help of a dance and a punch depending on the compactness of the sediment, we proceeded to take the samples considering the depth previously established (20 at 30 cms), if the sediment was soft, proceed with the bailejo and if it was more compact, proceed with the punch. Once the ziploc covers were filled, they were distinguished with a marker and sent to the GRÛNTEC laboratory, where in 8 to 10 working days the results were ready.

Once the results were in hand, the data was analyzed as statistically necessary, where the previously proposed methodology was continued using the R program for Chi-square normality test, T test, Correlation and linear regression respectively.

Where it was found that the element Copper (Cu) is the one that has the greatest interference in the sediments, therefore the most polluting and based on the samples, from the result of the linear regression the state of the correlation between the variables' metals 'and' concentration 'is null in all localities given the presence of a high concentration of copper (mg / kg). A similar situation occurs in the residuals, which are mostly negative, which indicates that the model represents data below the expected value. Except for Faro Tolita De Los Castillos where the residual values are not significant.

Based on the results of the chi square tests shown previously in the figures, the analysis is shown for each location. Of this, most of the probability function does not start from a normal distribution, that is, it is another function that the data form. Based on the results of the t-test presented in the figures previously presented, the analysis was shown for each location. From this it was stated that the p-value, as the probability indicator, based on the statistical tests as validity of the resulting hypothesis.

INTRODUCCION

Las personas en su desarrollo económico y globalización han iniciado claras ventajas para las demás sociedades, y han creado la presencia de nuevos peligros para el clima, cada sistema biológico o ecosistema presenta un gran cúmulo de sustancias que se originan a partir de actividades urbanas e industriales del individuo de forma explícita. Grandes medidas de desechos y sustancias contaminantes se liberan al medio ambiente, en su mayor parte sin algún tipo de tratamiento, con resultados contrarios sobre el clima, donde los territorios protegidos no están exentos de esta cuestión.

De acuerdo con A. Alzahrani, D., M.Selim, E.-M., & M.El-Sherbiny, M. (1). Las contaminaciones más peligrosas en manglares son los metales sustancialmente más pesados (Mp). Los metales pesados son componentes sintéticos de enorme interés en los ecosistemas naturales y en estudios para proveer información sobre su nocividad, la mayoría son perseverantes y producen impactos irreversibles en la biota incluso en bajos niveles de este (2). La más grande fuente de contaminación por Metales pesados es generada por causas antropogénicos, principalmente por la minería, las prácticas agronómicas, emisiones industriales, la aplicación de lodos externos a los pisos *in situ* y de sedimentos residuales (3).

Indistintamente de que los metales pesados se bioacumulan en los sedimentos dañando las cadenas tróficas, el más grande inconveniente se crea cuando exceden los estándares paramétricos permisibles según las normas oficiales de calidad ambiental, del agua para el uso/consumo humano, su presencia en productos alimenticios premeditados al consumo (4). El Ecuador tiene un área total de 283,560 km2 (en su totalidad) de las cuales, 126 son superficies protegidas que cubre el 25% de su área, según (5). Las superficies protegidas en América Latina reportan indicios de la existencia de metales pesados que rebasan los estándares oficiales y un caso en especial es el de Ecuador específicamente, con los superiores casos de contaminación por metales pesados de sus superficies protegidas así señala (6).

De manera específica en el Ecuador, La Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (REMACAM) considerada en el planeta como una región de

alta biodiversidad, de una provincia Pacífica posee dentro la parte sur de la Ecorregión Tumbes-Chocó-Magdalena (anteriormente Chocó-Darién-Ecuador Occidental) (7) (8) se encuentra dentro de las 25 Ecorregiones Terrestres Prioritarias (ETP) o hotspots de avance humano (9) (10) se considera en esta exploración para cuantificar y saber la existencia de los metales pesados, aguardando que los resultados contribuyan a este avance de manera sustentable, asegurando y protegiendo a la REMACAM.

Los humedales de la REMACAM representan el enredo ecosistémico más rico del costero Pacífico tropical, fue clasificada como una extensión en gran medida representativa del Ecuador en ligadura a la conservación de biodiversidad universal (11) Por su población en la división tropical húmeda, tienen una adhesión y eficiencia principal tanto de fitoplancton como de boscaje de manglar. Los manglares están enmarcados en un método ecológico abierto de ámbito marino/terrestre interactuando con los líquidos marinos y continentales, de este modo como con el ambiente (12).

El ecosistema manglar de la REMACAM es un área ecológica con propiedades de mosaico en parches de originales hileras vegetales si así se pudiesen llamar; que al ser interdependientes, una existe una clara contaminación por metales pesados en alguno de sus parches, puede traer variables importantes entre sí a su ámbito natural (13). El ámbito se representa como una comunidad complicada y diversa de géneros, algunas de ellas endémicas, y bastante más de algunas de éstas están en evento de extinción como: la nutria (Lontra longicaudata), el perezoso o perico rápido (Bradypus variegatus), el jaguar (Panthera onca), el loro (*Touit dilectissima*), la pava de monte (Ortalis erythroptera), el cocodrilo (Crocodylus acutus), etc. (14).

Los manglares cumplen funcionalidades ecológicas muy trascendentales como el reciclaje de nutrientes, la producción y exportación de matorral y detritos, el cuidado de la clase del agua, la vigilancia de las costas y de las orillas de los esteros frente a procesos erosivos y la incautación y acumulación de sedimentos (15). Para calcular las aglomeraciones por contaminación de los metales pesados en el manglar, se plantea la conjetura de que los metales presentes en el bosque de manglar de la REMACAM que afectan la calidad ambiental del ecosistema, el mismo que se fundamenta bajo múltiples

expectaciones analíticas de la literatura, usadas como apoyo (16).

El tema de esta tesis se centra en: “DIAGNOSTICO SEDIMENTARIO ACTUAL, EN RELACION A LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DEL BOSQUE DE MANGLAR DE LA RESERVA ECOLOGICA MANGLARES CAYAPAS – MATAJE (REMACAM)”

Planteamiento del problema

Esmeraldas posee los manglares más conservados de todo el Ecuador. En los cantones San Lorenzo y Eloy Alfaro de la Provincia de Esmeraldas el cual posee un bosque de manglar el mismo que está dentro del refugio de la RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CAYAPAS – MATAJE el mismo que en la actualidad posee una menor producción y conservación debido a las actividades antropogénicos. En la REMACAM debido a las actividades que se suscitan cerca de ella, está afectando de tal manera que sus mangles en la actualidad no poseen un síntoma biofísico adecuado al lugar como el presentado hace años atrás. La contaminación minera es una de las mayores causas por las cuales el manglar está afectado de forma directa a actividades lucrativas que se desarrollan en el lugar.

La degradación del manglar ha sido tratada a través de una serie de políticas, enfocadas hacia la gestión de conservación y rehabilitación del manglar, generando una serie de medidas de mitigación contra los impactos antrópicos sobre estos ecosistemas. En la actualidad, los ecosistemas están expuestos a contaminantes metálicos provenientes de las actividades propias del desarrollo humano, cuyas zonas protegidas no se encuentran aisladas de dicha problemática. Los suelos pueden actuar como captadores y facilitar la liberación de metales hacia los organismos que tienen contacto sobre él, pudiendo generar problemas de biomagnificación sobre la cadena trófica.

Justificación

Es importante la conservación del ecosistema de una manera sustentable específicamente del bosque de manglar ya que no sólo reside en los bienes que de éste se obtienen, sino que es un referente social y cultural de las comunidades locales, alrededor del cual se ha articulado ancestralmente su vida, su sentido de pertenencia y su identidad. Además, posee una gran trascendencia para el fortalecimiento de las comunidades aledañas, la construcción de nuevas capacidades, incremento de los ingresos familiares y la articulación entre los diferentes actores en un área de gran importancia por su valor paisajístico y por la excepcional diversidad biológica y cultural. Además, evitando la contaminación de este se puede contribuir a mejorar las condiciones sociales, laborales y ambientales de los habitantes de la comunidad, que en este país se encuentra entre unas de las más desprotegidas. Este proyecto es pertinente, ya que se sustenta en la protección y conservación de los recursos patrimoniales, como es el área protegida de la REMACAM ya que es de gran importancia por la biodiversidad que alberga, constituyendo un ecosistema irreemplazable y único sumado a esto su indiscutible aporte al sector económico siendo de gran atractivo turístico para la gente de la zona para turistas también, lugares como este hacen ver la falta de legislación que sirva para protección de este medio, en este estudio se arroja información que es de vital importancia para investigaciones futuras. (17)

Objetivos

Objetivo general

- Calcular la contaminación de metales pesados en la sedimentación del bosque de manglar de la reserva ecológica manglares Cayapas – Mataje (REMACAM) en los meses de junio y Julio

Objetivos específicos

- Identificar los niveles de concentración de metales en sedimento de las muestras obtenidas sobre el área de estudio.
- Reconocer cuáles son los tipos de metales con mayor presencia en la sedimentación del área protegida investigando a (Cadmio, Cobre, Hierro, Mercurio y Plomo).
- Analizar mediante procesos estadísticos (Correlación y Regresión lineal, Test de Normalidad por Chi cuadrado y Prueba T) la variabilidad de contaminación en la sedimentación del área en el tiempo delimitado siendo este junio y Julio.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

Bases Teórico-científicas

Las acciones humanas motivadas por la consecución de diversos fines provocan efectos colaterales sobre el medio natural. Con el transcurrir de los años el ser humano ha utilizado la tecnología para modificar el ambiente para su beneficio; sin embargo, esta tecnología también ha contribuido a perjudicar el ambiente. Los componentes del ambiente han sufrido un serio impacto en la medida en que el progreso tecnológico ha avanzado y se han aplicado en las actividades industriales, mineras y agropecuarias. (18)

Se denomina gestión medio ambiental o gestión del medio ambiente al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo, e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente. (19)

Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores, que terminan mediando la implementación. El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón. Según su origen de contaminación. (19)

Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente. Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras. Temporal: Es aquel impacto cuya magnitud no genera mayores consecuencias y permite al

medio recuperarse en el corto plazo hacia su línea de base original. Suelo (Salinización, acidificación, erosión, compactación y desertificación). (19)

Reversible: El medio puede recuperarse a través del tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, no necesariamente restaurándose a la línea de base original. Irreversible: Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal magnitud que es imposible revertirlo a su línea de base original. Ejemplo: Minerales a tajo abierto. Persistente: Las acciones o sucesos practicados al medio ambiente son de influencia a largo plazo, y extensibles a través del tiempo. Ejemplo: Derrame o emanaciones de ciertos químicos peligrosos sobre algún biotopo. Bosques (Deforestación). Agua (Contaminación y sedimentación). Clima (Efecto invernadero y ruptura de la capa de ozono). Salud humana. Diversidad (Erosión genética, disminución de la diversidad y monocultivo) (20)

Estudio de impacto ambiental

Es un conjunto de análisis técnico-científicos, sistemáticos, interrelacionados entre sí, cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación de los impactos significativos positivos y/o negativos, que pueden producir una o varias acciones de origen antrópico sobre el medio ambiente físico, biológico y humano. Debe concluir sobre los impactos que puede producir sobre su entorno la instalación y desarrollo de un proyecto, establecer las medidas para mitigarlos y seguirlos, y en general, proponer toda reducción o eliminación de su nivel de significancia. (20)

La utilidad de los estudios de Impacto radica en: Lograr la reducción de los impactos negativos significativos, mediante el análisis de las diferentes alternativas y opciones que se presentan a lo largo de la evaluación y la modificación de partes de la alternativa seleccionada. Es una herramienta técnica que sirve para identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir, corregir y comunicar el efecto de un proyecto o actividad sobre el medioambiente. (21)

Es el principal instrumento para la evaluación de los efectos ambientales de

todo proceso de toma de decisión dentro del procedimiento jurídico-administrativo. Mediante este estudio, todas las actividades capaces de degradar el ambiente son evaluadas y se podrá determinar de manera temprana las mejores opciones para llevar a cabo una acción sin daños intolerables conforme a las políticas y normas técnicas ambientales. (22)

Los manglares constituyen ecosistemas de pantano que se caracterizan por la presencia de árboles leñosos llamados mangles, los mismos que se son ecosistemas de pantano, dominados por árboles leñosos llamados mangles que se sitúan en litorales de suelo fangoso, plano y aguas quietas (bahías, ensenadas, lagunas costeras, estuarios, entre otros) (22)

El Manglar

Es una franja de transición entre la zona acuático marino y la tierra firme, funcionando como filtradores al evitar la entrada de material suspendido al mar. Los manglares se extienden hacia el norte y sur del Ecuador. A nivel mundial, existen 16,530 hectáreas de ecosistema manglar, de las cuales los manglares de América Latina y el Caribe abarcan el 35.2% del área total. Los manglares son ecosistemas de gran importancia debido a los múltiples bienes, funciones y servicios ambientales que estos poseen, siendo de gran utilidad para el desarrollo de muchas comunidades que habitan en sus alrededores. (23)

Los manglares brindan servicios de provisión de humedad a la atmósfera, aportando al enfriamiento natural del ambiente, sirven como depósitos de agua impidiendo la salinidad de las tierras de cultivos debido al agua de mar, ejercen funciones de filtros biológicos al retener los sedimentos y filtrar las sales, el exceso de sales, los residuos químicos de la actividad agrícola e incluso petróleo que pueden transportar las aguas, razón por la cual y con su merecimiento son llamados a nivel mundial como los “riñones de la tierra”. (24)

Los manglares tienen la capacidad de reducir las inundaciones y servir como una barrera natural para la protección de la cosa de los constantes golpes naturales y los eventos de desastres naturales como tsunamis, huracanes y tormentas. Estos ecosistemas representan sitios turísticos de gran interés para visitantes y la comunidad científica, a causa de la biodiversidad de especies

que poseen, incluyen especies en peligro de extinción y especies con elevado valor comercial. (24)

Es un ecosistema que contribuyen al mantenimiento de la cadena alimenticia de las especies que habitan en ellos y otros ecosistemas adyacentes, transfiriendo alimento en forma de madera y hojas en descomposición. De igual manera, sirve como sitio de refugio y alimentación de diferentes especies de peces, mamíferos, reptiles, anfibios y aves. En medio de sus raíces se desarrolla la vida de pequeños organismos como algas, corales, esponjas, camarones, anémonas, entre otros, que ingieren el alimento suspendido para posteriormente ser capturados por cangrejos, estrellas de mar, peces y por el hombre. (25)

En los manglares se produce un ciclo continúo que consiste en la utilización de nutrientes transportados por mareas y ríos, y la exportación de materia orgánica compuesta por hojas, ramas y flores. Por esta, el manglar es considerado como un sistema ecológico abierto, en función de los flujos de materia y energía relacionados con determinados factores abióticos que intervienen en el desarrollo, establecimiento y estructura de los bosques. Entre los factores a destacar tenemos: la característica de los suelos, el pH, la salinidad, fisiografía de la costa, mareas, materia orgánica, macro y microelementos, disponibilidad de nutrientes y aporte de agua dulce. (26)

Las interacciones existentes entre los componentes fisicoquímicos y biológicos permiten el desarrollo de determinadas funciones como la defensa de las costas contra la erosión eólica e hídrica. Los manglares no sólo generan beneficios ecológicos, estos ecosistemas representan la plataforma, sustento y base económica para grandes masas de personas, debido a sus aportes en la industria maderera, en el cultivo natural de una gran variedad de peces, moluscos y crustáceos que desarrollan sus primeras etapas larvarias en el manglar. (27)

Finalmente, en lo que respecta al plano de recreación y desarrollo turístico en los manglares, es importante destacar el papel que estos ecosistemas juegan, dado que los caños y lagunas adyacentes son rutas de navegación, importantes puertos y áreas destinadas a la recreación, actividades

complementarias y turismo. (28)

ROL ESTADISTICO EN LA INVESTIGACIONES

El nivel de confianza, en estadística, viene siendo la probabilidad máxima con la que podríamos asegurar que el parámetro a estimar se encuentra dentro de nuestro intervalo estimado. El nivel de confianza se define como 1-alfa y sus valores más comunes son 90%, **95%** y 99% mediante el conocido análisis de prueba T. (26)

El intervalo de confianza representa una técnica de estimación que se utiliza en el campo de la inferencia estadística. En él se permite acotar uno o diversos pares de valores, entre los cuales está la estimación puntual indagada. Esto dentro de una determinada probabilidad. (26)

Un intervalo de confianza estadística en estadística permite calcular los valores que existen alrededor de una media muestral. Dentro de la muestra, se encuentra un rango superior y otro inferior. Dentro de dicho rango, se estima la probabilidad determinada y se localiza el parámetro poblacional. De modo que esto permite expresar con precisión si la estimación de la muestra coincide con el valor de toda la población. (26)

Antecedentes

Según la tesis de Karol Mayte Echeverría Simbaña procedente de la Pontificia Católica del Ecuador sede Ibarra (PUCESI) menciona en su informe que Según el Comité para la eliminación de la discriminación racial de Naciones Unidas (2017) se realizó un estudio en relación a la contaminación por metales pesados, en el periodo del año 2011 hasta el año 2014, estableció 24 estaciones de monitoreo en cursos de agua del Sistema Santiago - Cayapas en los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo, arrojo como resultado que en varias especies de peces se encontraron niveles de Cadmio (Cd), Cromo(Cr), Plomo(Pb), Cobre(Cr) y Zinc (Zn) que imposibilitarían su consumo. (29)

En esta misma investigación se afirma que tras realizar una investigación a inicios del año 2017, donde se tomó muestras a lo largo de la cuenca del Río Santiago en el cantón San Lorenzo, mismo que cabe destacar desemboca en la REMACAM, los catorce ríos estudiados fueron Punto Limpio Cachaví, Valle

de la Virgen, San José de Durango, Minas Viejas, La Boca, Ricaurte (Río Palabí), Ricaurte (Río Tululbí), Wimbi, Wimbicito, Concepción, Los Ajos, Maldonado, Zapallito y Río Cachaví (San Antonio), en estos ríos se evidenció la presencia de zinc, cobre, cromo, hierro, cadmio, plomo y níquel. (29)

Según estudios realizados por (30) en el Estero Salado, ubicado en la ciudad de Guayaquil, en la costa de Ecuador, se veía evidenciada su alta contaminación de metales pesados debido a activadas antrópicas aledañas al lugar, por lo que se decidió estudiar la concentración de metales Cadmio y plomo. Se afirma en el documento que:

"En el agua, sedimento, hojas de mangles como Rhizophora racemosa, Avicennia germinans, Conocarpus erectus y Laguncularia racemosa, y gasterópodos como -10 Littorina varia y Cerithidea mazatlanica. Dando como resultado los valores de Cd y Pb en agua y sedimento superaron a los límites permisibles establecidos en las normas ecuatoriana y canadiense." (30)

Metales Pesados

Estos son elementos, particularmente relevantes porque tienden a acumularse en los sedimentos de la superficie, lo que promueve a un aumento gradual en cuanto a su concentración en el área. (31). En diversos ecosistemas de manglares en alrededor del mundo los metales pesados en sedimentos han sido sujeto de estudio; por ejemplo, en Malasia se hicieron estudios de Cd, Co, Cr y Ni, en los que arrojó como resultado que las concentraciones de algunos metales, como As, Cd y Pb, fueron comparativamente más altas que los valores de los sedimentos tomados del fondo. Concluyendo que es un problema ambiental crítico para la zona y los organismos están altamente expuestos. (31)

En el Golfo de California se determinaron concentraciones fuertes para (Al, Fe, Li y Ni) y débil (para Cd, Co, Cr, Pb, V y Zn). Las concentraciones más altas en la mayoría ocurrieron en sedimentos de grano fino (32).

En Portugal fueron monitoreadas setenta y ocho estaciones dentro de la bahía principal del estuario y se encontró de metales pesados y metaloides, Cd, Cu,

Pb, Cr, Hg, Al, Zn y As. Además, se analizó el contenido de fracción fina de sedimento, la materia orgánica y el potencial redox (32)

(33) hicieron un estudio zona costera de Brasil, realizaron análisis exploratorios sobre la capacidad fitoacumulativa de tres especies de manglares para diez metales (Aluminio, mercurio, arsénico, cromo, cadmio, cobre, plomo, hierro, zinc y manganeso). Se analizaron muestras aleatorias de suelo y hojas verdes y senescentes de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*.

Los estudios mencionados anteriormente dejan en evidencia que la contaminación a largo plazo que se identificaron en varios de los ecosistemas de manglar es generada por actividades antrópicas, ocasionando un efecto directo en las condiciones ecológicas de los sedimentos (32)

En el proceso de movilización de los metales pesados en agua dulce que al encontrarse con agua marina ocasiona una serie de procesos biogeoquímicos influye en la distribución de estos metales en las fases disuelta y particulada de la columna de agua, esto evidencia la complejidad del funcionamiento de estos elementos en el agua (33). En dicho proceso intervienen factores dentro de los que destacan el pH, salinidad, conductividad y temperatura. El pH interviene directamente con la especiación química y la movilización de varios metales, siendo fundamental en las interacciones de estos elementos, como por ejemplo la dureza del agua y compuestos orgánicos (34)

El pH además está ligado a la estabilidad de iones como cationes, los mismos que influencian en la toxicidad de los metales pesados debido a la formación de compuestos insolubles como carbonatos, esto suele suceder especialmente cuando se mezclan aguas de distintos orígenes. Además, una de las razones que representa mayor importancia para estudiar este parámetro es puesto que el pH contribuye en la eficiencia de la interacción entre el ion metálico y la superficie del adsorbente (35)

En cuanto a la salinidad (36). Afirman que es una variable relevante e importante en la movilidad de los metales pesados, puesto que en sistemas estuarinos el ión Cl- tiene la capacidad de formar varios complejos con los

metales lo que permite que estos puedan intercambiar, aumentar o disminuir su disponibilidad en el medio acuático.

Así mismo (Turk, Abdullah, M., & Bakar., 2018) (36)

Afirma:

"La conductividad eléctrica es proporcional al contenido de sales disueltas y por tanto, está directamente relacionada con la suma de cationes o aniones que se determinen químicamente y en general".

Por lo que en (Garcés-Ordóñez, A.Castillo-Olaya, F.Granados-Briceño, García, & Díaz., 2019) (37) y (Wang, y otros, 2019) (38). Decidieron en sus estudios de metales pesados en ecosistemas de manglar incluir estos parámetros. Otro de los parámetros a tomar en cuenta es el de la temperatura debido a que tiene influencia directa sobre la solubilidad de los metales pesados causando perjuicios en la biota del ecosistema que se encuentre en contacto con el toxico Cabe recalcar que como regla general las altas temperaturas y la baja salinidad en un medio tienden actuar de manera sinérgica con los metales pesados, haciendo que estos aumenten su toxicidad (39)

Marco Legal

En la legislación ambiental ecuatoriana no existen criterios de calidad para sedimentos estuarinos, sin embargo, en el acuerdo ministerial No. 028 del Libro VI de la Calidad Ambiental, Sección II Calidad de Componentes Abióticos, Parágrafo III de los Sedimentos (40)
Indica:

"Art. 220.- Calidad de los sedimentos: Los sedimentos pueden ser de origen natural, como los existentes en el mar, los lechos de lagos y lagunas, ríos, quebradas y demás cuerpos hídricos, ya sean éstos de caudales permanentes o temporales; y los de origen industrial, como aquellos provenientes de plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento u otros. Para realizar la evaluación de la calidad ambiental mediante análisis de sedimentos se deberá aplicar muestreos y monitoreos de las áreas directamente influenciadas por la

actividad regulada, siguiendo los protocolos que normen la Autoridad Ambiental y en el caso de no existir, siguiendo los protocolos aceptados internacionalmente"

Por lo tanto, para el análisis respectivo de los resultados en sedimentos se usa la (Quality, 1999) (41), la misma que establece las siguientes concentraciones: Cd 0,676 ppm; Cr 52,3 ppm y Pb 30,2 ppm. Con respecto a los criterios de calidad en agua se usa el Libro VI de la Calidad (42)

Y de acuerdo con (Arumugam, Rajendran, Ganesan, & Sethu, 2018) (43). El contenido de Cd y Pb de las aguas de zona estuarina las concentraciones máximas admisibles establecidas son de 0,2 ppm Cd y 7,2 ppm Pb.

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

En la tabla 1 se presenta los datos acerca del área de estudio estas características generales de la REMACAM abarcan una superficie de 51.300 hectáreas, constituyendo una de las 34 Eco Regiones Terrestres Prioritarias (ETP) de mayor diversidad biológica a nivel mundial.

Tabla 1

Información del área a trabajar

Localización	Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (REMACAM).
Ubicación	Noroccidente de Ecuador, en la provincia de Esmeraldas, entre La Tola, Borbón y el Río Mataje- y limita con la frontera colombiana, en la costa del Pacífico.
Provincia	Esmeraldas.
País	Ecuador
Extension original	51.300 hectáreas.
Extension actual	47.321,02 hectáreas.
Altura	0 metros sobre el nivel del mar, en el sector occidental. 35 metros sobre el nivel del mar en las colinas orientales.
Tierras particulares	13.741 hectáreas
Tierras comunitarias	Desmembradas: 3.978,98 hectáreas
Ecosistemas	a) Manglar b) Guandal c) Bosque húmedo tropical d) Asociación manglar/bosque húmedo tropical e) Ecosistemas acuáticos de agua dulce f) Ecosistemas acuáticos salobres o de mezcla g) Herbazales inundados
Reconocimientos Internacionales	Sitio Ramsar N°1292 del 12 de junio del 2003. (Reconocimiento de la UNESCO)

Nota: Datos generales del área de estudio.

Fuente: MAATEE, 2021

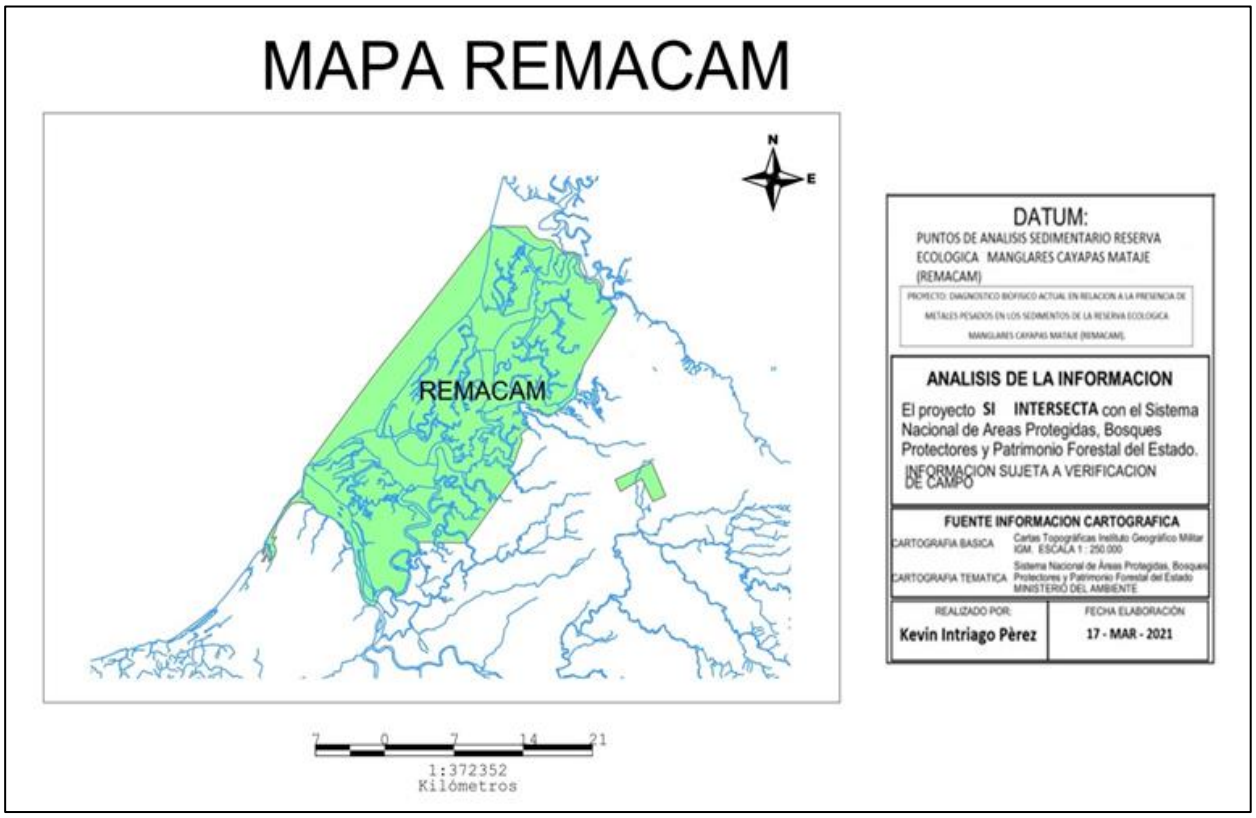


Figura 1: Ubicación espacial de los puntos de muestreo.
Fuente: Elaboración propia**.**

La REMACAM se sitúa en el noroccidente de los cantones San Lorenzo (parroquias Ancón, Mataje, Tambillo) y Eloy Alfaro (parroquias Mataje límite con Colombia (30). De acuerdo con (30) la Reserva se encuentra entre la “Y” a Borbón y el Río Mataje, en un cuadrante con vértices opuestos 1º 29` 31.7`` N; 79º 12` 8.5`` W y 1º 02` 22.9`` N; 78º 45` 12.9`` W. En esta superficie está incluido también el bosque de manglar de Olmedo y Majagual. Pertenece a la provincia Pacífica e incluye la parte sur de la Ecorregión Tumbes-Chocó-Magdalena (anteriormente Chocó-Darién- Ecuador Occidental), es una de las 25 Ecorregiones Terrestres Prioritarias (ETP) o hotspot de mayor diversidad biológica identificadas en el mundo.

La bioregión del chocó comienza al Este del Canal de Panamá, atraviesa la región pacífica colombiana y continúa hasta los bosques húmedos del N.O de Ecuador. Con 62 especies El Chocó es la segunda Área de Aves Endémicas (EBA) más importante, le sigue el grupo de las islas Salomón con 79 especies (42). Los manglares y ambientes asociados a la REMACAM representan sitios de descanso, alimentación y reproducción de cientos de aves tanto residentes como migratorias, razón por la cual esta área protegida ha sido identificada como uno de los más recientes sitios Ramsar en el Ecuador y como una de las

Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAs) a nivel nacional e internacional (41).

Recolección de datos

Se establecieron 5 puntos de muestreo para la toma de sedimentos, en un área significativa de la zona centro de la REMACAM. Se recogieron las muestras 1 vez en todas las 5 estaciones, cada mes de estudio (junio y julio). La zona fue considerada tomando en cuenta la confluencia de los cauces hídricos de la REMACAM y donde se presenta alta conflictividad de extracción legal de metales, así como la tala del bosque y la presencia actividades de recolección de moluscos concha y cangrejo, entre otras. (44)

Las muestras se recolectaron en el mes de junio del 2021. En la siguiente Figura, se muestran los cinco puntos de muestreo con la ubicación de donde fueron recolectadas las muestras. En las siguientes coordenadas: **Punto 1 (17 N 0738650-143501); Punto 2 (17 N 0737216-144857); Punto 3 (17 N 0735655-144556) Punto 4 (17 N 0735360-143703); Punto 5 (17 N 0736806-0143387)** (44)

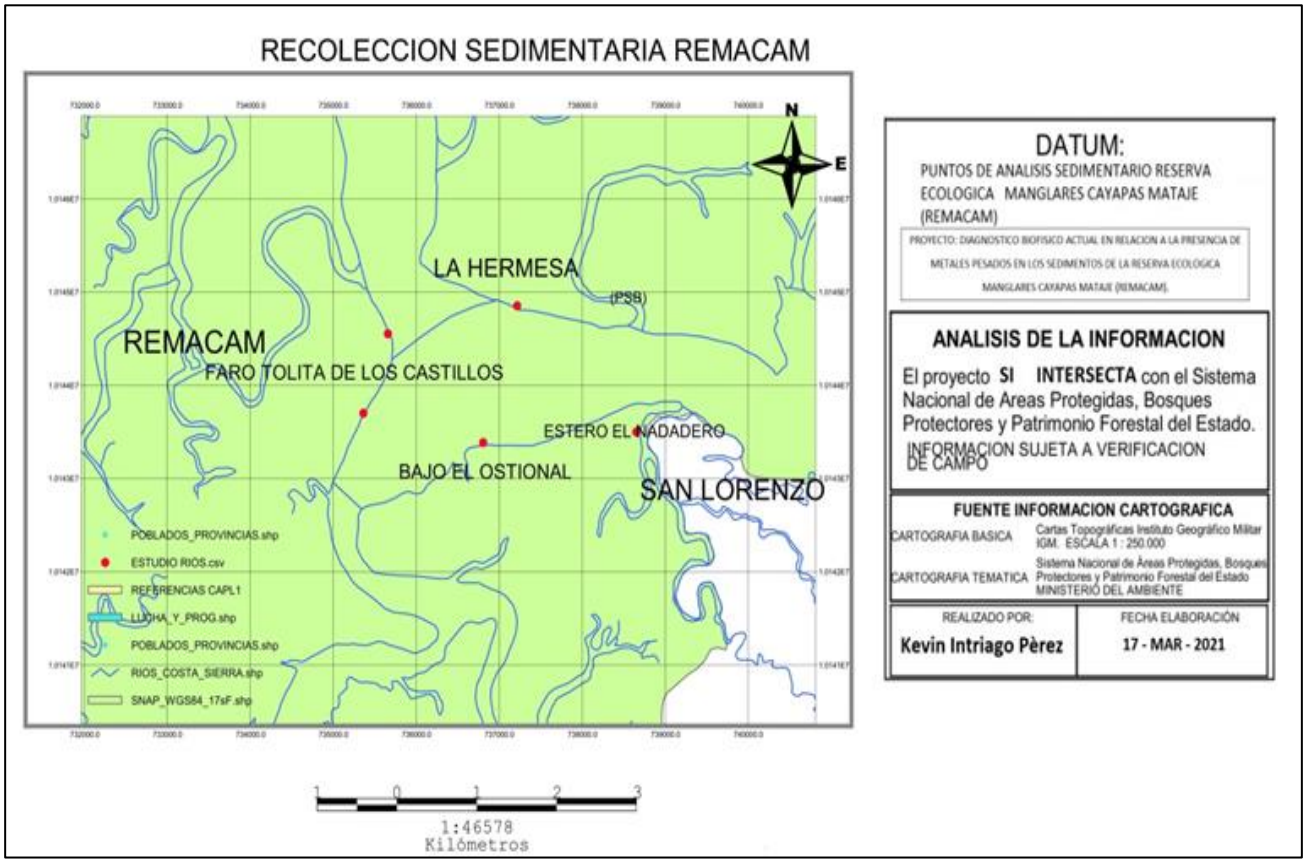


Figura 2: Ubicación espacial de los puntos de muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

La selección de la ubicación de los puntos de muestreo tiene la finalidad de

proporcionar una amplia cobertura espacial y permitir una evaluación general de la calidad de sedimentos y suelos de la REMACAM; la necesidad de cubrir fuentes puntuales específicas de contaminación. La distancia entre cada punto oscila entre los 900 metros y los 1400 metros (44)

El muestreo de sedimentos de fondo se llevó a cabo con una de manera uniforme en los puntos mostrados en la imagen, con la extracción de la sedimentación, usando como herramienta un bailejo y una saca bocado, con los mismos se procedió realizar huecos a profundidades, de 20 – 30 cms (45) . Luego de recoger las muestras de suelo se mezclaron homogéneamente para garantizar representatividad de las muestras de suelo en cada estación o punto de muestreo.

Las muestras serán georeferenciadas para su mejor localización y dispuestas en fundas zyploc herméticamente selladas, con un volumen mínimo de 750 gr. Inmediatamente se almacenarán dichas muestras en un cooler, para la adecuada preservación temporal de las citadas muestras, hasta la entrega para análisis al laboratorio Gruentec (44).

Análisis en laboratorio

Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de GRUENTEC ubicado en Quito mediante Servientrega, para que se determinen los parámetros de los principales solidos disueltos presente en la sedimentación para que de esta manera se pueda determinar el estado del suelo en cuanto a sus niveles de contaminación por metales pesados.

Este procesamiento de las muestras se realizó en un lapso no mayor a 48 horas después de recolectadas. Se determinó el volumen de las muestras de sedimentación a partir de cada vez que se obtuvieron. Las muestras de cada estación fueron analizadas paramétricamente para su posterior interpretación.

Análisis de datos

Para analizar los datos adquiridos se procederá a ocupar el programa estadístico R, el mismo que se procedió a realizar los siguientes análisis:

Correlación y Regresión lineal

El análisis de la regresión lineal se utiliza para predecir el valor de una variable según el valor de otra. La variable que desea predecir se denomina variable dependiente. La variable que está utilizando para predecir el valor de la otra

variable se denomina variable independiente.

Test de normalidad por Chi-cuadrado

Los análisis de normalidad, también llamados contrastes de normalidad tienen como objetivo analizar cuánto difiere la distribución de los datos observados respecto a lo esperado si procediesen de una distribución normal con la misma media y desviación típica.

Pueden diferenciarse tres estrategias:

- Las basadas en representaciones gráficas
- En métodos analíticos
- Test de hipótesis.

$H_{o=}$ Los sedimentos de la REMACAM están contaminados por MP
$H_{i=}$ Los sedimentos de la REMACAM no están contaminados por MP
Si el valor de p es mayor a 0,05 ($p>0,05$) la hipótesis nula será aceptada.
Si el valor de p es menor a 0,05($p<0,05$) la hipótesis nula no será aceptada y automáticamente se acepta la hipótesis alternativa.

Prueba T

Esta función sirve para analizar la existencia si la cantidad de tal parámetro está fuera del rango permitido. Con un nivel de confianza del p valor 0,05.

CAPITULO III: RESULTADOS

Una vez recopilada la información (muestreo para los meses de junio y julio), en cuanto a la identificación de la concentración de metales en los sectores determinados para la presente investigación

Tabla 2.

Análisis requerido según Estudio Estadístico y Temporalidad

Estudio estadístico/Test	Temporalidad	
	Para junio y Julio (Por cada localidad)	Comparativa Junio-Julio (Por cada localidad)
Correlación y Regresión lineal	Análisis 1	Análisis 2
Test de normalidad por Chi-cuadrado	Análisis 3	-
Prueba T	-	Análisis 4

Nota: En el siguiente cuadro se especifica el tipo de análisis realizado para cada estación.

Correlación y regresión lineal

Estero El Nadadero

En base a la toma de la muestra (ver Tabla 3). El resultado del estudio para cada estación se estableció anteriormente en la Metodología (ver tabla 2) se ilustra en la siguiente tabla:

Tabla 3
Niveles de presencia en metales pesados para El Nadadero
Niveles de cobre muy elevados a comparación de los demás siendo así el contaminante de mayor presencia.

Elementos investigados	Duracion del proyecto	
(uDm)	Junio	Julio
Cadmio mg/kg	<0,10	1,7
Cobre mg/kg	33	38
Hierro %	2,1	4,2
Mercurio mg/kg	<0,10	1,6
Plomo mg/kg	1,8	3,6

Nota: Cuantificación en presencia de metales pesados para 'El Nadadero' – Junio y Julio

Estero Bajo El Ostional

En base a la toma de la muestra (ver Tabla 4). El resultado del estudio para cada estación se estableció anteriormente en la Metodología (ver tabla 2) se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla 4
Niveles de presencia de metales pesados en el estero Bajo el Ostional
Niveles de cobre están muy elevados a comparación de los demás denotando así el contaminante de mayor nivel.

Elementos investigados	Duracion del proyecto*	
(uDm)	Junio	Julio
Cadmio mg/kg	<0,10	0,9
Cobre mg/kg	34	33
Hierro %	1,8	2,8
Mercurio mg/kg	<0,10	2
Plomo mg/kg	2	5,2

Nota: Cuantificación en presencia para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio y Julio.

Faro Tolita De Los Castillos

En base a la toma de la muestra (ver Tabla 5). El resultado del estudio para cada estación se estableció anteriormente en la Metodología (ver tabla 2)

Tabla 5
Niveles de presencia de metales pesados en el Faro Tolita de los Castillos

Niveles de cobre están muy elevados a comparación de los demás denotando así el contaminante de mayor nivel.

Elementos estudiados (uDm)	Duracion del proyecto	
	Junio	Julio
Cadmio mg/kg	<0,10	0.17
Cobre mg/kg	25	29
Hierro %	1,5	1,9
Mercurio mg/kg	<0,10	0,1
Plomo mg/kg	1,4	1,4

Nota: Cuantificación en presencia para 'Faro Tolita De Los Castillos ' – Junio y Julio

El Najurungo

En base a la toma de la muestra (ver Tabla 6). El resultado del estudio para cada estación se estableció anteriormente en la Metodología (ver Tabla 2)

Tabla 6

Niveles de presencia de metales pesados en El Najurungo

Niveles de cobre están muy elevados a comparación de los demás denotando así el contaminante de mayor nivel.

Elementos investigados (uDm)	Meses de proyecto*	
	Junio	Julio
Cadmio mg/kg	<0,10	1,3
Cobre mg/kg	30	35
Hierro %	1,8	2,9
Mercurio mg/kg	<0,10	1,1
Plomo mg/kg	1,7	1,9

Nota: Cuantificación en presencia de metales pesados para 'El Najurungo' – Junio, Julio

La Hermesa

En base a la toma de la muestra (ver Tabla 7) El resultado del estudio para cada estación se estableció anteriormente en la Metodología (ver tabla 2).

Tabla 7:

Niveles de presencia de metales pesados en La Hermesa

Niveles de cobre están muy elevados a comparación de los demás denotando así el contaminante de mayor nivel.

Elementos estudiados (uDm)	Meses de proyecto*	
	Junio	Julio
Cadmio mg/kg	0,1	0,1
Cobre mg/kg	37	41
Hierro %	1,8	2,3
Mercurio mg/kg	0,1	0,1
Plomo mg/kg	2,5	5,5

Nota: Cuantificación en presencia de metales pesados para 'La Hermesa' – Junio, Julio

Análisis de datos: Correlación y regresión lineal

En base a los muestrarios, del resultado de la regresión lineal el estado de la correlación entre las variables 'metales' y 'concentración' es nula en todas las localidades dadas la presencia de una alta concentración del cobre (mg/kg) como se ilustra en Tabla 8. Situación similar que sucede en los residuales, los cuales, en su mayoría negativos, lo cual indica que el modelo representa datos por debajo del valor esperado. A excepción de **Faro Tolita De Los Castillos** en donde los valores residuales no son significativos.

Tabla Resumen sobre la presencia cuantificativa de metales pesados en la sedimentación del área protegida investigando a (Cadmio, Cobre, Hierro, Mercurio y Plomo)

Tabla 8

Tabla resumen de todos los elementos investigados y el sector denotando claramente los sectores más y menos contaminados respectivamente y sus respectivos valores

Localidad	Mes	Residuales de elementos investigados					Coeficiente de correlación R^2
		Cadmio mg/kg	Cobre mg/kg	Hierro %	Mercurio mg/kg	Plomo mg/kg	
Estero El Nadadero	Junio	-13,22	22,63	-5,32	-4,37	0,28	0,1059
	Julio	-14,64	24,92	-5,62	-4,96	0,3	0,1065
Estero Bajo El Ostional	Junio	-13,52	23,39	-5,8	-4,49	0,42	0,1036
	Julio	-12,36	21,98	-5,98	-4,54	0,9	0,0675
Faro Tolita De Los Castillos	Junio	-9,98	17,15	-4,12	-3,29	0,24	0,1055
	Julio	-1,16E-01	2,04E-01	$-6{,}04\ e^{-1}$	$-2{,}77e^{-1}$	3,10E-01	0,1507
El Najurungo.	Junio	-11,98	20,59	-4,94	-3,97	0,3	0,105
	Julio	-13,68	23,29	-5,54	-4,07	0	0,121
La Hermesa	Junio	-14,62	25,49	-6,5	-4,99	0,62	0,0997
	Julio	-15,72	28,19	-7,5	-6,69	1,72	0,0733

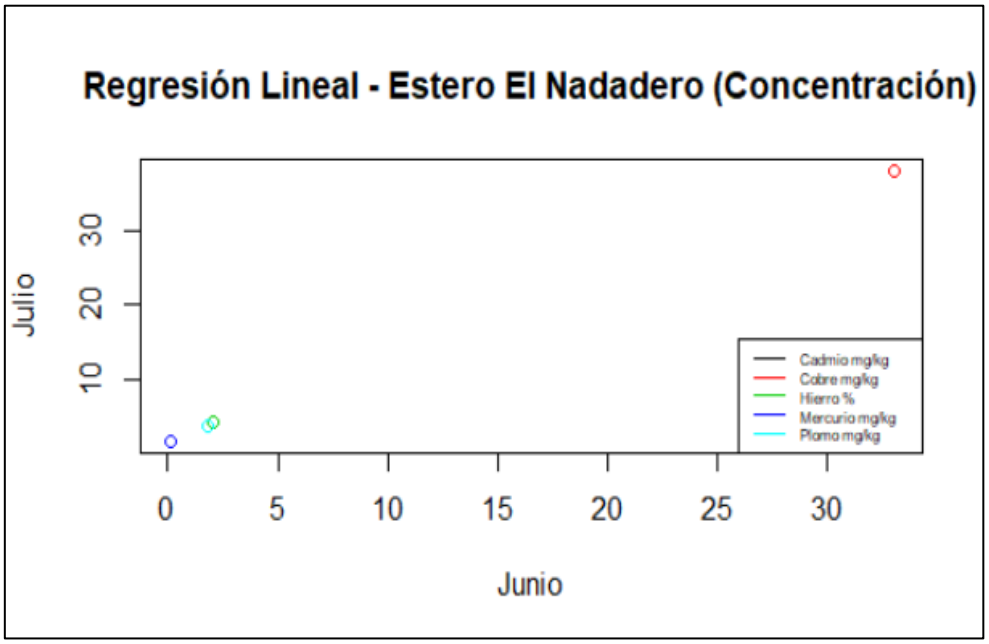
Nota: Sumario conjunto cuantificando la presencia de metales pesados por puntos muestreados

Análisis General Correlación y Regresión lineal: Junio y Julio (Comparativa)

Para cada una de las localidades se realizan estudio comparativo de correlación y regresión lineal entre ambos meses.

Estero El Nadadero

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver Tabla 9). Se presenta el estudio comparativo entre los meses de junio y Julio respectivamente como se ilustra en Figura 3.




```
Residuals:
       1        2        3        4        5
-0.05213 -0.01347  0.24354 -0.15213 -0.02581

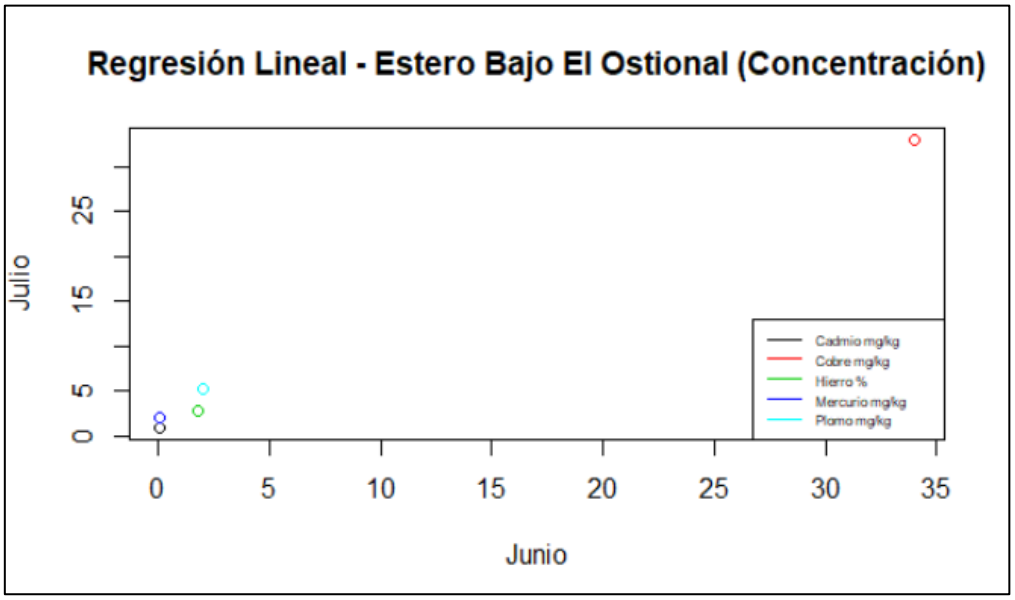
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   1.641910   0.087501   18.77  0.00033 ***
concentracion 1.102169   0.005908  186.55  3.4e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1693 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9999,    Adjusted R-squared:  0.9999
F-statistic: 3.48e+04 on 1 and 3 DF,  p-value: 3.397e-07
```

Figura 3: Grafica resumida de presencia de metales pesados para ‘Estero El Nadadero’ – Junio y Julio

Estero Bajo El Ostional

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio comparativo entre los meses de junio y julio respectivamente como se ilustra en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.




```
Residuals:
       1        2        3        4        5
-0.98354 -0.05553 -0.64674  0.11646  1.56935

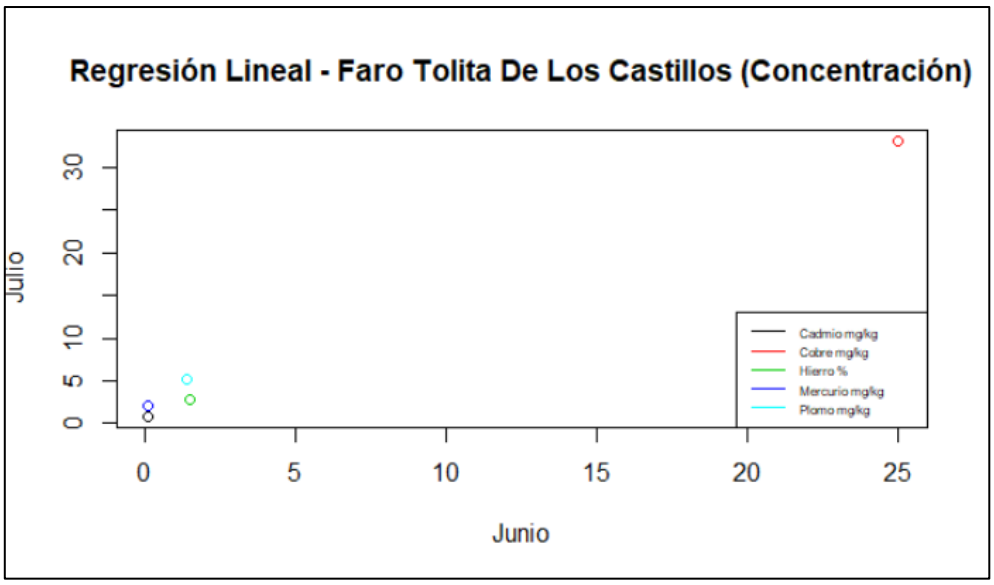
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.79159    0.58547    3.06 0.054990 .
concentracion  0.91953    0.03838   23.96 0.000159 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 1.135 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9948,    Adjusted R-squared:  0.9931
F-statistic: 573.9 on 1 and 3 DF,  p-value: 0.0001594
```

Figura 4. Grafica resumida de presencia de metales pesados para ‘Estero Bajo El Ostional’ – Junio y Julio

Faro Tolita De Los Castillos

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio comparativo entre los meses de junio y Julio respectivamente como se ilustra en Figura 5.




```
Residuals:
       1        2        3        4        5
-0.96926 -0.04271 -0.82198  0.13074  1.70321

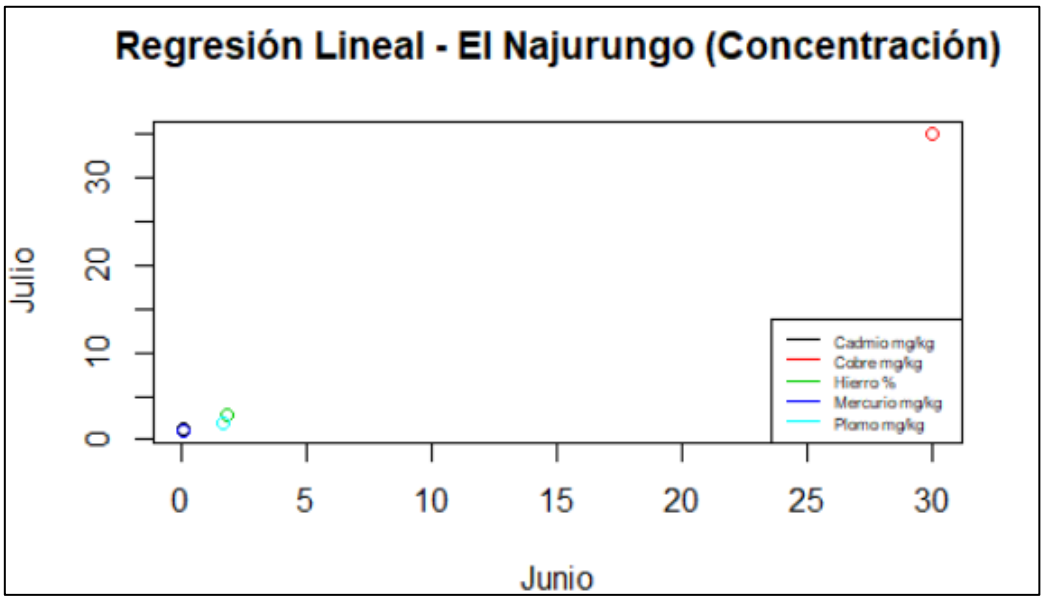
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.74407    0.63532   2.745 0.071029 .
concentracion  1.25195    0.05663  22.106 0.000203 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 1.229 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9939,    Adjusted R-squared:  0.9919
F-statistic: 488.7 on 1 and 3 DF,  p-value: 0.0002026
```

Figura 5: Grafica resumida de presencia de metales pesados para ‘Faro Tolita De Los Castillos’ – Junio y Julio

El Najurungo

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio comparativo entre los meses de junio y Julio respectivamente como se ilustra en Figura 6.




```
Residuals:
       1        2        3        4        5
 0.43144  0.03715  0.09297  0.23144 -0.79300

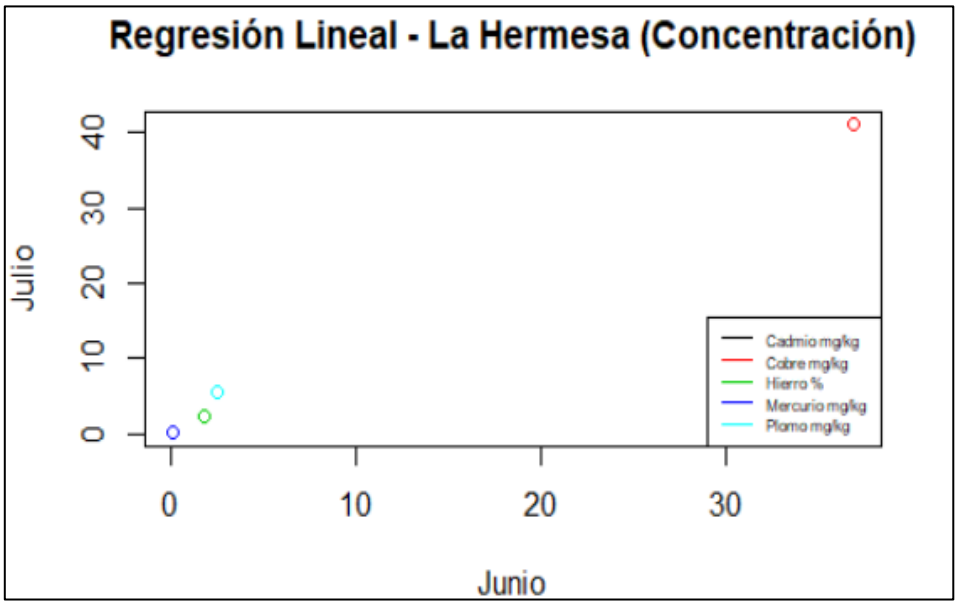
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.75453    0.27958   2.699   0.0739 .
concentracion  1.14028    0.02077  54.906 1.33e-05 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.5412 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.999,     Adjusted R-squared:  0.9987
F-statistic:  3015 on 1 and 3 DF,  p-value: 1.331e-05
```

Figura 6: Grafica resumida de presencia de metales pesados para ‘El Najurungo’ – Junio y Julio

La Hermesa

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio comparativo entre los meses de junio y Julio respectivamente como se ilustra en **Figura 7.**




```
Residuals:
      1       2       3       4       5
-0.7534 -0.1131 -0.4082 -0.7534  2.0281

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    0.74429    0.69454   1.072 0.362428
concentracion  1.09105    0.04183  26.084 0.000124 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 1.345 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9956,    Adjusted R-squared:  0.9941
F-statistic: 680.4 on 1 and 3 DF,  p-value: 0.0001236
```

Figura 7: Grafica resumida de presencia de metales pesados para ‘La Hermesa’ – Junio y Julio

Análisis de datos: Test de normalidad por Chi-cuadrado

En base a los muestrarios, del resultado de la regresión lineal en las figuras anteriormente mostradas, el estado de la correlación entre la variable 'concentración' para los meses de Junio (variable independiente) y Julio (variable dependiente) es fuerte, para todas las localidades como se ilustra en Tabla 9. Esto resaltando a lugares como **La Hermesa y Faro Tolita de los Castillos** como los lugares más y menos contaminados respectivamente. En cuanto a los valores residuales estos son considerados como significativos, dada la poca variabilidad.

Tabla 9
Resultados en combinación de meses trabajados por localidades

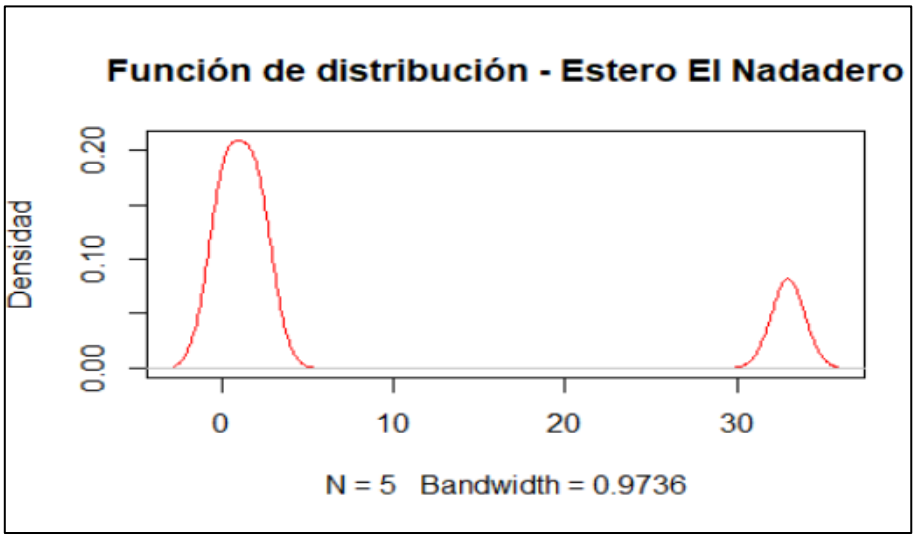
Localidad	Mes	Residuales de elementos investigados					Coeficiente de correlación R^2
		Cadmio mg/kg	Cobre mg/kg	Hierro %	Mercurio mg/kg	Plomo mg/kg	
Estero El Nadadero	Junio y Julio	-0,0521	-0,0135	0,2435	-0,1521	-0,0258	0,9999
Estero Bajo El Ostional	Junio y Julio	-0,9835	-0,0553	-0,64674	0,1165	1,5935	0,9948
Faro Tolita De Los Castillos	Junio y Julio	-0,9693	-0,0427	-0,822	0,1307	1,7032	0,9939
El Najurungo.	Junio y Julio	0,4314	0,0372	0,093	0,23144	-0,793	0,9999
La Hermesa	Junio y Julio	-0,7534	-0,1131	-0,4082	-0,7534	2,0281	0,9956

Nota: Sumario resultante por las localidades

Análisis 3: Test de normalidad por Chi-cuadrado junio y julio (Por cada estero)

Estero El Nadadero

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio entre los meses de junio y Julio respectivamente, como se ilustran en las Figuras 8 y 9.

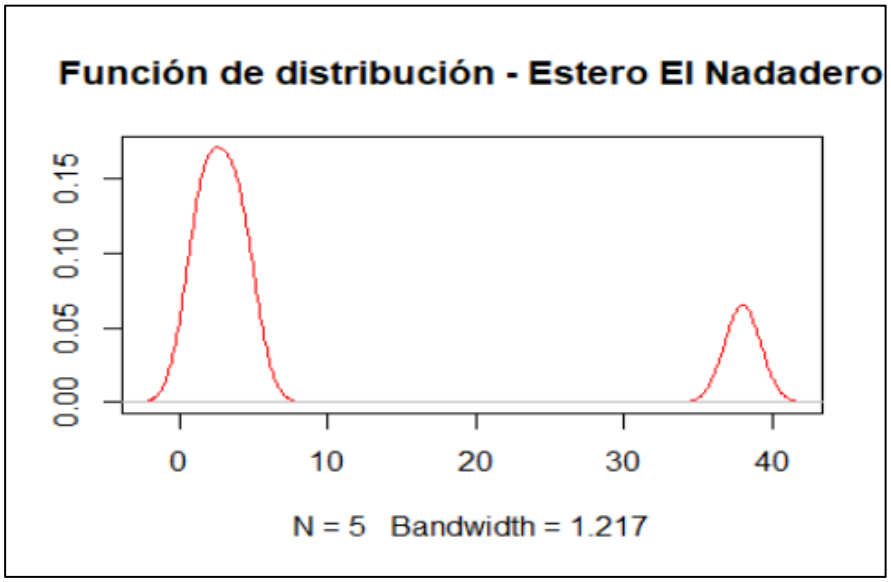



```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.10    0.10    1.80    7.42    2.10   33.00
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  estero_junio
X-squared = 110.7, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figuras 8 y 9: Graficas de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'Estero El Nadadero' – Junio y Julio



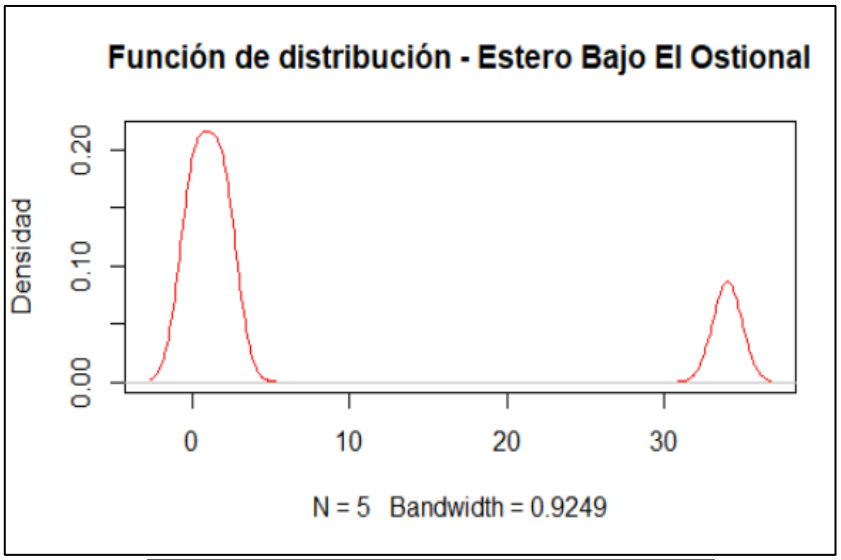

```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
1.60    1.70    3.60    9.82    4.20   38.00
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informeinicial$concentracion_julio
X-squared = 101.62, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Estero Bajo El Ostional

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio entre los meses de junio y Julio respectivamente, como se ilustran en las Figuras 10 y 11.

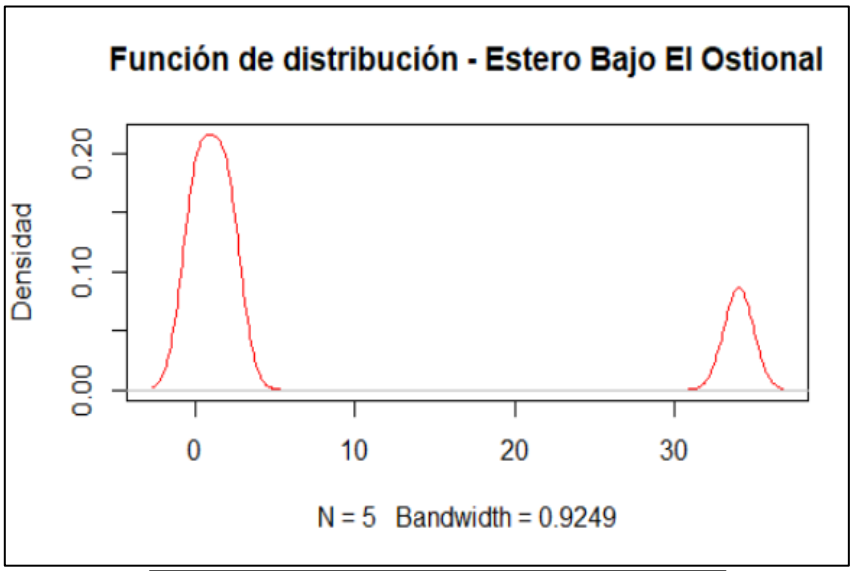



```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.1     0.1     1.8     7.6     2.0    34.0
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informeinicial$concentracion
X-squared = 115.06, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 10. Graficas de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio




```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.1     0.1     1.8     7.6     2.0    34.0
```

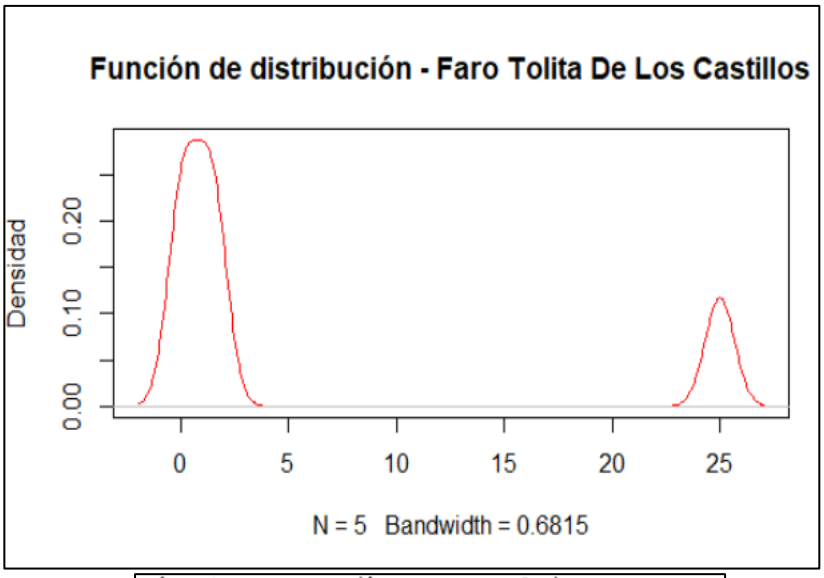
```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informeinicial$concentracion
X-squared = 115.06, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 11: Grafica de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'Estero Bajo el Ostional –Julio

Faro Tolita De Los Castillos

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio entre los meses de junio y Julio respectivamente, como se ilustra en las Figuras 12 y 13.

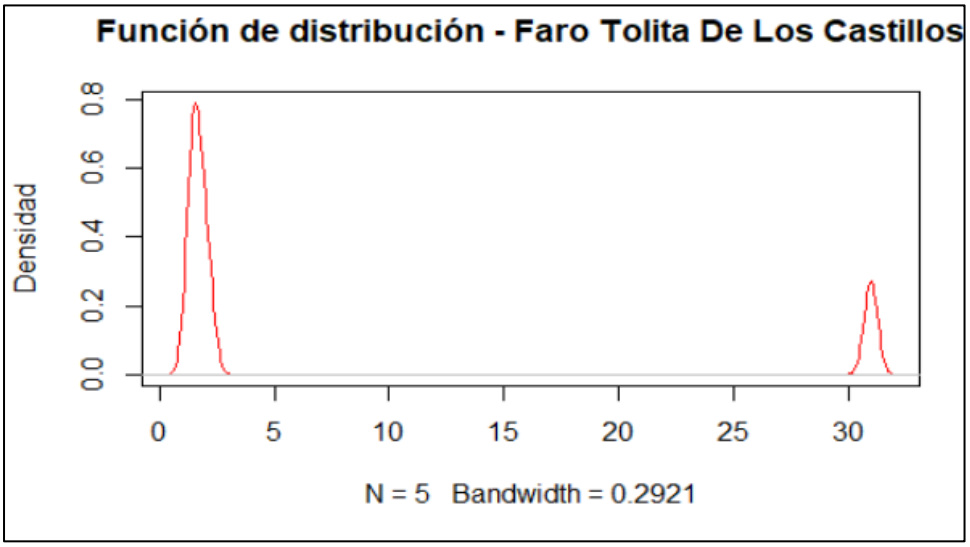



```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.10    0.10    1.40    5.62    1.50   25.00
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informeinicial$concentracion
X-squared = 83.863, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 12: Graficas de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Junio




```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
1.40    1.50    1.70    7.54    2.10   31.00
```

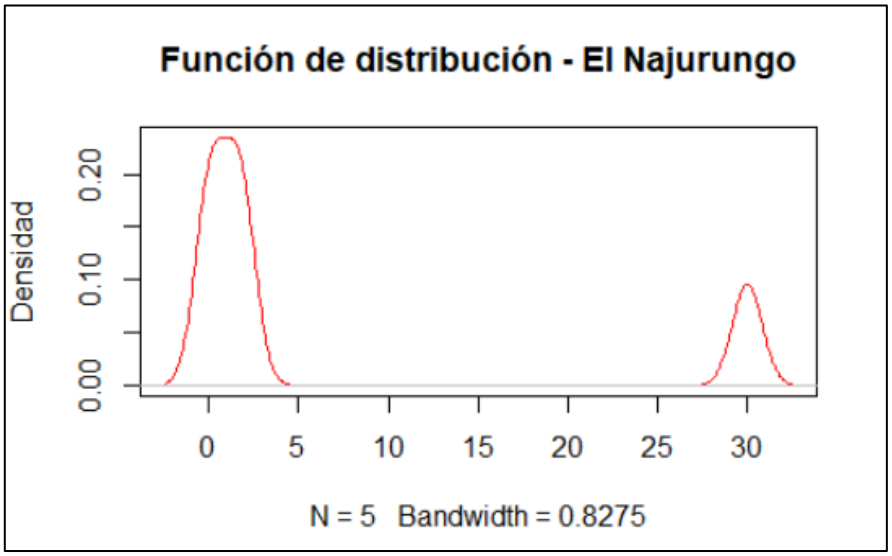
```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informefinal$concentracion_julio
X-squared = 126.16, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 13: Grafica de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de metales pesados para "Faro Tolita de Los Castillos" - Julio

El Najurungo

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver tabla 9). Se presenta el estudio entre los meses de junio y julio respectivamente, como se ilustran en las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**s 14 y 15.

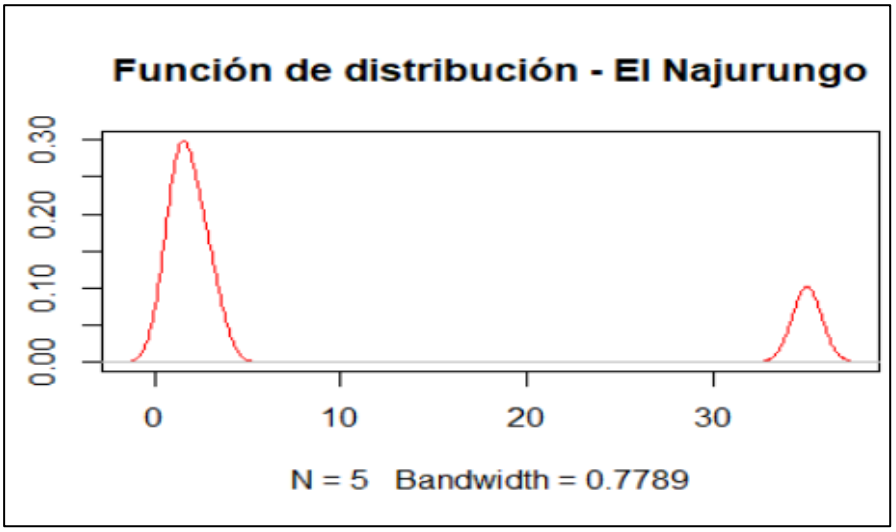



```
 Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.10    0.10    1.70    6.74    1.80   30.00
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informeinicial$concentracion
X-squared = 100.74, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 14: Grafica de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'El Najurungo' – Junio




```
 Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 1.10    1.30    1.90    8.44    2.90   35.00
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

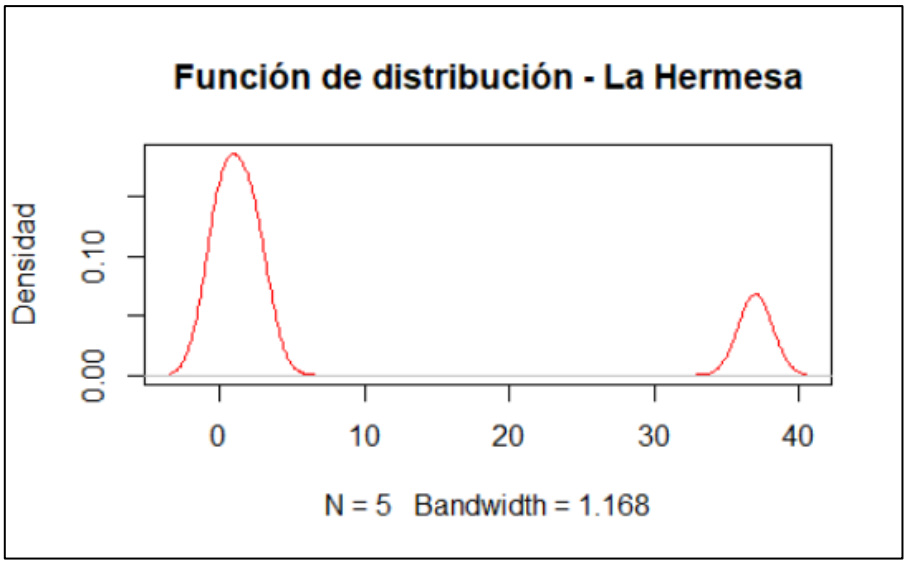
data:  informefinal$concentracion_julio
X-squared = 104.71, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 15. Grafica de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'El Najurungo' –Julio

La Hermesa

En base a las tomas de la muestra analizados anteriormente para ambos meses (ver

tabla 9). Se presenta el estudio entre los meses de junio y julio respectivamente, como se ilustran en las Figuras 16 y 17.

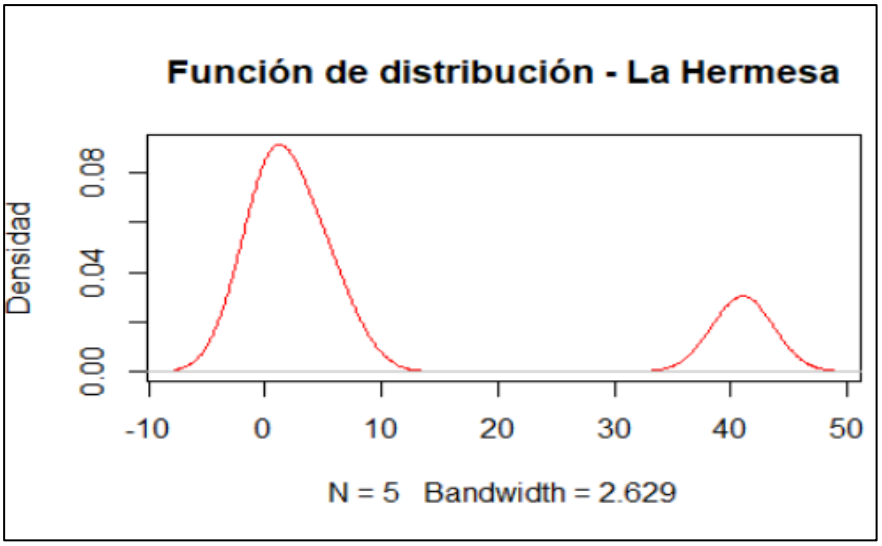



```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.1     0.1     1.8     8.3     2.5    37.0
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informeinicial$concentracion
X-squared = 124.59, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 16: Grafica de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'La Hermesa' – Junio




```
Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.1     0.1     2.3     9.8     5.5    41.0
```

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  informefinal$concentracion_julio
X-squared = 126.16, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 17. Grafica de distribución de datos respecto a lo esperado y lo obtenido en cuanto a la presencia de Metales pesados para 'La Hermesa' –Julio

Análisis general: Test de normalidad por Chi-cuadrado junio y Julio (Por cada estero)

En base a los resultados de las pruebas chi cuadrado mostrada anteriormente en las

figuras, se muestra el análisis por cada localidad como se ilustra en Tabla 10. De ello en su mayoría la función de probabilidad no parte de una distribución normal, es decir es otra función que forman en conjunto los datos.

Tabla 10

Resumen de los meses y sectores enfocándose en el lugar de mayor y menor afectación

Localidad	Mes	Estadístico de χ prueba	Valor p p_value	Resultado
Estero El Nadadero	Junio	110,7	<2,26 e^{-16}	La función no parte de una distribución normal
	Julio	101,6		
Estero Bajo El Ostional	Junio	115,6		
	Julio	91,3		
Faro Tolita De Los Castillos	Junio	83,9		
	Julio	91,2		
El Najurungo.	Junio	110,7		
	Julio	104,7		
La Hermesa	Junio	124,6		
	Julio	126,2		

Nota: En esta tabla se muestra de manera conjunta los lugares que estadísticamente son los más afectados.

Prueba T Junio y Julio (Comparativa)

Para cada una de las localidades se realizó un estudio de prueba T en función de la comparación de los meses de junio y Julio por cada estación de muestreo.

Estero El Nadadero

Aplicando la prueba T para la comparación de las muestras entre mes y mes de los componentes metálicos se ilustra la siguiente imagen (ver Figura 28).

```
        One Sample t-test

data:  estero_jun_julio
t = 1.9097, df = 9, p-value = 0.0885
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.590872 18.830872
sample estimates:
mean of x
     8.62

> summary(estero_jun_julio)
 informeinicial.concentracion informefinal.concentracion_julio
 Min.   : 0.10                Min.   : 1.60
 1st Qu.: 0.10                1st Qu.: 1.70
 Median : 1.80                Median : 3.60
 Mean   : 7.42                Mean   : 9.82
 3rd Qu.: 2.10                3rd Qu.: 4.20
 Max.   :33.00                Max.   :38.00
```

Figura 18: Prueba T para 'Estero El Nadadero' – Junio y Julio

Nota: No se utilizó la gráfica boxplot (gráfica recurrente para prueba T), dado que las variables presentan una fluctuación lo suficientemente amplia como para diagramarlos.

Estero Bajo El Ostional

Aplicando la prueba T para la comparación de las muestras entre mes y mes de los componentes metálicos se ilustra la siguiente ilustración (ver Figura 29).

```
        One Sample t-test

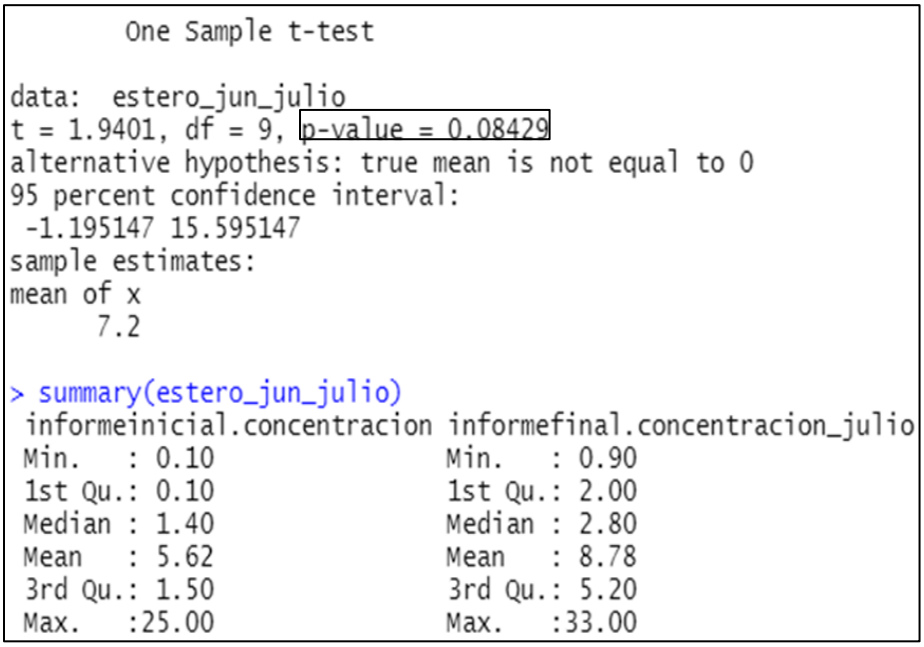
data:  estero_jun_julio
t = 1.9297, df = 9, p-value = 0.08571
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.411041 17.791041
sample estimates:
mean of x
     8.19

> summary(estero_jun_julio)
 informeinicial.concentracion informefinal.concentracion_julio
 Min.   : 0.1                 Min.   : 0.90
 1st Qu.: 0.1                 1st Qu.: 2.00
 Median : 1.8                 Median : 2.80
 Mean   : 7.6                 Mean   : 8.78
 3rd Qu.: 2.0                 3rd Qu.: 5.20
 Max.   :34.0                 Max.   :33.00
```

Figura 19: Prueba T para 'Estero Bajo El Ostional' – Junio y Julio.

Faro Tolita De Los Castillos

Aplicando la prueba T para la comparación de las muestras entre mes y mes de los componentes metálicos se ilustra la siguiente ilustración (ver Figura 30).



```
        One Sample t-test

data:  estero_jun_julio
t = 1.9401, df = 9, p-value = 0.08429
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.195147 15.595147
sample estimates:
mean of x
      7.2

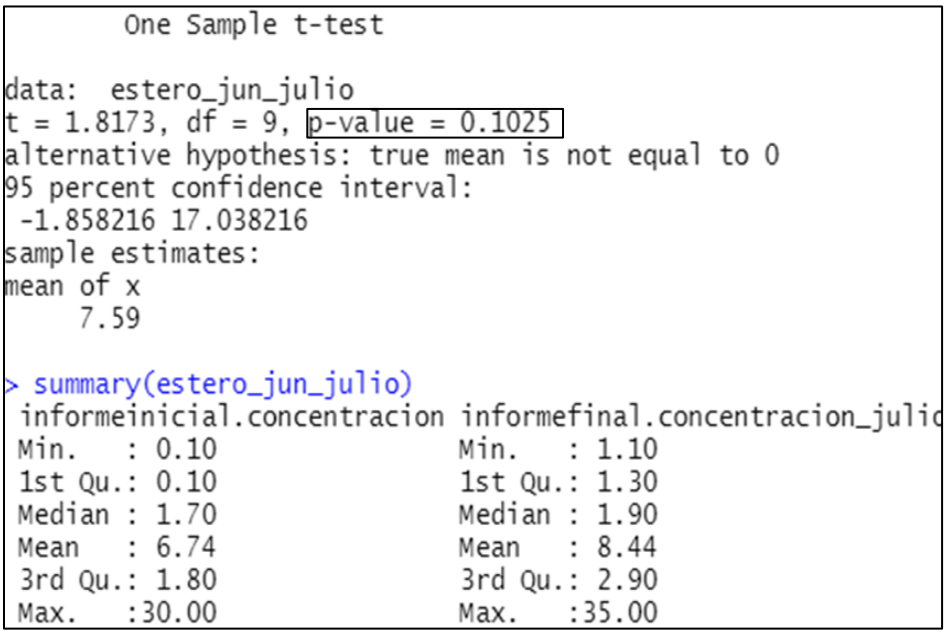
> summary(estero_jun_julio)
 informeinicial.concentracion informefinal.concentracion_julio
 Min.   : 0.10                Min.   : 0.90
 1st Qu.: 0.10                1st Qu.: 2.00
 Median : 1.40                Median : 2.80
 Mean   : 5.62                Mean   : 8.78
 3rd Qu.: 1.50                3rd Qu.: 5.20
 Max.   :25.00                Max.   :33.00
```

Figura 20: Prueba T para 'Faro Tolita De Los Castillos' – Junio y Julio

Nota: No se utilizó la gráfica boxplot (gráfica recurrente para prueba T), dado que las variables presentan una fluctuación lo suficientemente amplia como para diagramarlos

El Najurungo

Aplicando la prueba T para la comparación de las muestras entre mes y mes de los componentes metálicos se ilustra la siguiente ilustración (ver Figura 31).



```
        One Sample t-test

data:  estero_jun_julio
t = 1.8173, df = 9, p-value = 0.1025
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.858216 17.038216
sample estimates:
mean of x
     7.59

> summary(estero_jun_julio)
 informeinicial.concentracion informefinal.concentracion_julio
 Min.   : 0.10                Min.   : 1.10
 1st Qu.: 0.10                1st Qu.: 1.30
 Median : 1.70                Median : 1.90
 Mean   : 6.74                Mean   : 8.44
 3rd Qu.: 1.80                3rd Qu.: 2.90
 Max.   :30.00                Max.   :35.00
```

Figura 21: Prueba T para 'El Najurungo' – Junio y Julio

Nota: No se utilizó la gráfica boxplot (gráfica recurrente para prueba T), dado que las variables presentan una fluctuación lo suficientemente amplia como para diagramarlos

La Hermesa

Aplicando la prueba T para la comparación de las muestras entre mes y mes de los

componentes metálicos se ilustra la siguiente ilustración (ver Figura 32).

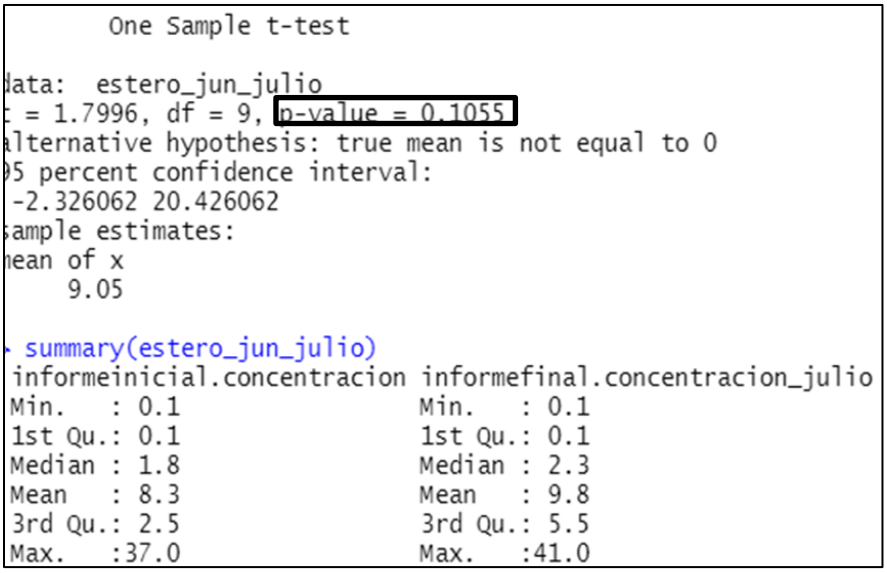


Figura 22: Prueba T para 'La Hermesa' – Junio y Julio

Nota: No se utilizó la gráfica boxplot (gráfica recurrente para prueba T), dado que las variables presentan una fluctuación lo suficientemente amplia para poder diagramarlos.

Análisis general: Prueba T Junio y Julio (Comparativa)

En base a los resultados de la prueba t presentada en las figuras anteriormente presentadas, se mostró el análisis por cada localidad como se ilustra en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 12. De ello se enuncio que el valor p, como el indicador de probabilidad, en función de las pruebas estadísticas como validez de la hipótesis resultante.

Tabla 11
Tabla de datos cuantificativos de las localidades y meses de proyecto en cuanto al p valor

Localidad	Mes	Valor p p_value	Resultado
Estero El Nadadero	Junio-Julio	0,0885	Los promedios de ambas muestras no son similares.
Estero Bajo El Ostional	Junio-Julio	0,0871	
Faro Tolita De Los Castillos	Junio-Julio	0,0843	
El Najurungo.	Junio-Julio	0,1025	
La Hermesa	Junio-Julio	0,1055	

Nota: En esta tabla se puede se muestra el lugar más afectado y el menos afectado según su valor más lejano y cercano respectivamente al valor estandarizado del análisis de la T de Student.

CAPITULO IV: DISCUSION

La acumulación de metales pesados en los ecosistemas tropicales causa severos problemas en el ambiente, daños severos en la cadena trófica y en las actividades productivas en general (48). El Parque Nacional Cerros de Amotape Área Natural Protegida, ecosistema con alto valor natural con gran diversidad biológica sufre una fuerte presión, por la contaminación por metales. En donde este tipo de contaminación se ha venido desarrollando en su cercanía la misma que ha impedido la evolución de sus seres vivos, se produzca con normalidad esto pese a que existen tres tipos de suelo que presentan una tendencia positiva a la contaminación presentando ciclos irregulares de natalidad denotando una clara afectación por los minerales presentes. En este caso en el que el Cadmio (Cd) es el que más presente está a comparación de este trabajo en donde el Cobre (Cr) es el que más presente.

Aquí la distribución de los metales contaminantes, (ver tablas 3 a 8) en donde podemos ver se refleja en una clara tendencia ya que se muestran más presentes en el punto de la Hermesa que en los demás, según (48) El contenido de la materia que se investigó en dicho trabajo tuvo variables explicativas, en donde se observaron patrones de distribución similares de cuatro tipos diferentes de metales en los cuales si hubo afectación principalmente en su composición en cuanto a de materia, también a la presencia de la biodiversidad en el lugar de la investigación.

En cuanto a los niveles de los análisis investigados en este trabajo (ver tablas 3 al 8) y análisis 2 (test de normalidad por chi cuadrado) en donde se puede observar claramente que los niveles de cobre son los más elevados, tomando como discusión el trabajo de Turk, M y otros (49). En donde mediante los índices que utilizaron, determinaron que el Cadmio (Cd) es el elemento con más presencia en el área contrastando con el presente trabajo en donde el Cobre (Cr) fue el elemento con mayor presencia, esto debido a que en el pasar del tiempo las actividades en cuanto a explotación minera han ido variando en cada uno de sus elementos. Siendo esto de vital diferencia ya que afecta de manera negativa a la composición del suelo, a la presencia de biodiversidad y sobre todo a la vida de la población en general que ocupa los recursos que brinda esta área protegida

Además en el trabajo anteriormente mencionado del señor Turk, M y otros (49) la variabilidad en cuanto a los niveles de contaminación es mínima, en comparación a este trabajo en donde las muestras tomadas denotaban gran variabilidad en los niveles de presencia, sin importar la estación en donde fueron tomadas la variabilidad era muy grande, y esto tuvo que ver con la forma en la que se captó las muestras, en donde en este trabajo se utilizó material manual y donde se llegaron a profundidades diferentes, quizás esto como principal motivo de la variación.

Por otra parte en la investigación de Wang, Q (50) en donde nos muestra que la afectación por los mp, va más allá si los puntos de muestreo son tomados de manera sistemática a comparación de este trabajo en donde mediante sociabilizaciones se determinó en que puntos fueron tomadas las muestras, esto cambio el origen de la variabilidad en la presencia de los mp, contrastando en los resultados finales además del análisis de los resultados en donde fueron de maneras diferentes utilizando otras metodologías cerrando así un artículo bastante parecido pero a su vez diferente en

cuanto al aspecto numérico, hablando de niveles de presencia y numero de muestras tomadas.

Según el estudio realizado por Wang, Q (51) en el 2019 expone que la presencia de 9 diferentes metales han afectado en estado de los manglares denotando asi una variabilidad bastante similar a la presentada en este estudio, pero contrastando el número de muestras que se realizaron junto con el número de estaciones en las que se llevaron a cabo, en donde también las conchas fueron las principales afectadas reduciendo así drásticamente su presencia. Además, los mp han sido poco estudiado en la zona costera colombiana según Wang, Q y otros (51) en donde se desconoce de otras maneras de captación de muestras en las cuales se puedan reflejar resultados diferentes, nuevamente contrastando con este trabajo ya que en la toma de sedimentos fue uniforme e igualitaria en todas las estaciones muestreadas.

En esta investigación durante el análisis de correlación y regresión lineal específicamente en la **tabla 8** los lugares que sobresalen en cuanto a su estado (peor, mejor) son 2 habiendo trabajado con 5 localidades diferentes sabiendo el tiempo de duración en este trabajo se toma como discusión el trabajo de Manuel Bravo Cedeño (53) el cual nos habla de un análisis multitemporales en el estudio de coberturas de manglar que han sido expuestas a contaminación minera, el mismo denota una variabilidad muy mínima, de los elementos estudiados en su trabajo, los cuales fueron (Cd, Cr, Mg, Hg, Au,) pero siendo un lugar diferente (estero salado) al que se trabajó en este proyecto (REMACAM).

Terminando de contrastar diciendo en dicho estudio que el tiempo no es un factor determinante en para poder observar las variaciones en los niveles de presencia de los contaminantes (metales pesados) lo cual difiere con este trabajo debido a que en un mes (junio para Julio) pudimos observar en las gráficas 8 hasta la 17 como si afecta el estado de un lugar en solo un mes de tiempo.

Además un factor importante a la hora de realizar este estudio fueron los niveles de confiabilidad que se manejaron (ver análisis 3; prueba t) los mismo que en el trabajo de Mary Segovia (47) el mismo que trata sobre la determinación de los cambios en la sedimentación del bosque de manglar de la “Isla Puna” tomando en cuenta los criterios muy sesgados en dicha investigación siendo estos (métodos supervisados y no supervisados y además de aleatorios simples) denotando así una ausencia de criterios metodológicos cuantificables como en este proyecto

Demostrando así una alta probabilidad de sesgo informativo debido a la existencia de información que únicamente puede ser revelada con exactitud gracias a los números; siendo este el nivel de confiabilidad estandarizado del p valor, en la prueba t que se realizó en este proyecto (ver tabla 11)

En este mismo trabajo se pueden observar en las tablas 3 al 7 que en el mes de Junio la actividad minera era menor que en el mes de Julio esto debido a las medidas restrictivas además demostrando así en este mismo trabajo que en el único lugar en donde se nota la verdadera variabilidad de su cambio es en “Faro Tolita de los Castillos” (ver imágenes 12 y 13) debido a la ubicación de este punto contrastando en gran medida cuantificable (ver tabla 10) que siendo este (la ubicación) un factor crucial para el estado en el que se encuentra, siendo diferente al resto de puntos.

La característica principal de los sitios tratados en este proyecto fueron los sedimentarios pero el contarte entre cada uno de los punto era la composición de estos sedimentos (compactibilidad y humectación) siendo los sedimentos más compactos pertenecientes a los puntos de La Hermesa y El Ostional aquellos en donde se presenta más contaminación minera, contratando con el sedimento del punto del Faro Tolita de los Castillos, dando como discusión que la presencia de estos contaminantes cambia en la composición física de los sedimentos, (características anteriormente mencionadas) además del olor, los sedimentos de los puntos más contaminados presentaban olor a oxido mientras que los demás no (demostrado en el Test de normalidad por chi cuadrado).

Tomando como referencia la investigación realizada por Isabela Ponce (44) misma que titula, “La minera y sus principales impactos en la cuenca del Rio Esmeriladas” nos dice que el mercurio es el principal elemento que se encuentra ahí, además de el **oro y esto debido a la actividad de recolección de este material que se realiza en esa zona**, por ende hay que tomar en cuenta que dicha investigación fue realizada en el sector de Alto Tambo recordemos la delimitación norte de esta área protegida siendo desde la desembocadura del estero Camino Largo, por el río Mataje aguas abajo, siguiendo la línea de frontera con Colombia hasta su desembocadura en el océano Pacífico.

Contrastando con lo investigado en este proyecto propiciado en los sectores de Cayapas – Mataje posee una alta presencia del metal Cobre (Cr) en el que se puede observar en cada una de las gráficas del análisis de Correlación y regresión lineal además que siendo la problemática indirectamente diferente debido a que en la REMACAM los minerales llegan rápidamente a los sedimentos esto porque la contaminación es de forma más diferente es decir por su cercanía con el ecosistema mientras que en el Alto Tambo por lo general, luego de la extracción de minerales, el terreno no se remedia sino que los charcos con agua contaminada por los químicos quedan a cielo abierto y esto causa enfermedades en las poblaciones que viven cerca.

En el proyecto realizado por Janer Joel Solís Mina y Glenda Tiler Ugarte (48) el mismo que titula “Contaminación por metales pesados de los rios bogóta y tululbí del norte de la provincia de esmeraldas en el año 2014” nos dice que la presencia de metales como Hierro, aluminio y Plomo se ha dado en mayor escala, contrastando con este trabajo en donde podemos ver según el análisis de regresión lineal que únicamente cl elemento de Cobre (Cr) es el que en mayor medida se encuentra seguido de Cadmio (Cd) además hay que tomar en cuenta el análisis realizado por ellos no habla de concentración cuantificable en cuenta ala parecencia de los elemento investigados, en este trabajo se puede observar en el chi cuadrado y la prueba t lo análisis de presencia en concentración y prueba de confiabilidad respectivamente.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

- El cobre es el metal pesado con mayor presencia en todas las estaciones muestreadas “La Hermesa” la localidad de mayor afectación y esto debió a que una de las principales actividades de la zona norte además de la minería de Oro es la de cobre

- Los meses analizados fueron junio y Julio en donde junio demostró tener un mayor grado de contaminación que Julio esto debido a que las medidas restrictivas estaban recién levantadas. Siendo así reflejada la variación en la presencia de los metales pesados en los sectores investigados.

- De las 5 estaciones muestreadas en el punto de “La Hermesa” es donde mayor contaminación se registró, esto debido a que este punto es el más cercano de la ciudad y además es por donde pasan todo tipo de elementos antes de llegar al resto de puntos

- Las estaciones del “Faro Tolita de los Castillos” tanto alto como bajo se pueden evidenciar que la variabilidad de la presencia de los metales pesados investigados, es muy inestable esto debido a que en la franja donde se encuentran existe un sector llamado “El Najurungo” en donde mezclan la mayor cantidad de elementos pesados además de presencia de todo tipo de seres vivos habitables en la zona en lo cual también pudo haber influenciado para que las fluctuaciones en cuanto a la presencia sea más bajas debido a que existen organismos depuradores de sustancias nocivas en este caso los metales pesados.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

- Incrementar las investigaciones de este tipo ya que ayudan a cuidar el ecosistema de esta área protegida tomando en cuenta que, son fuente de ingresos para muchas familias.

- Socializar con las comunidades aledañas acerca del peligro que actualmente representa este ecosistema, ya que es un fuerte foco de contaminación y causante de afectaciones a la salud de manera grave (escamaciones en la piel e irritación de los ojos) en las personas que utilizan los ríos, como fuente de trabajo.

- Tratar de dar más opciones de trabajos que representen ingresos a los habitantes de la zona ya que no dependan de una sola actividad, porque terminaran acabando con los manglares y con estas opciones se busca dinamizar el sector económico del lugar.

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA

1. A.Alzahrani, D., M.Selim, E.-M., & M.El-Sherbiny, M. (2018, Abril 15). *Ecological assessment of heavy metals in the grey mangrove (Avicennia marina) and associated sediments along the Red Sea coast of Saudi Arabia*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0078323418300605
2. A.Ganeshkumar, G.Arun, S.Vinothkumar, & R.Rajaram. (2019, Noviembre 12). *Bioaccumulation and translocation efficacy of heavy metals by Rhizophora mucronata from tropical mangrove ecosystem, Southeast coast of India*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1642359317301799
3. Allaica, J. C. (2019). *Contaminantes pesados en la REMACAM.* Esmeraldas.
4. Allaica, J. C., & Martinez, P. P. (2016). Evaluacion de concentracion de metales pesados en los suelos de la REMACAM . *ResearchGate*.
5. Ambiental, C. (2003). *REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2, 31/03/2003.* Quito.
6. Arumugam, G., Rajendran, R., Ganesan, A., & Sethu, R. (2018). Bioaccumulation and translocation of heavy metals in mangrove rhizosphere sediments to tissues of Avicenia marina – A field study from tropical mangrove forest. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 272-279.
7. Bakshi, M., Ghosh, S., Chakraborty, D., Hazra, S., & Chaudhuri., P. (2018, Junio 7). *Assessment of potentially toxic metal (PTM) pollution in mangrove habitats using biochemical markers: A case study on Avicennia officinalis L. in and around Sundarban, India.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/325370474_Assessment_of_potentially_toxic_metal_PTM_pollution_in_mangrove_habitats_using_biochemical_markers_A_case_study_on_Avicennia_officinalis_L_in_and_around_Sundarban_India
8. Banci, K. R., Mori, G. M., Oliveira, M. A., Paganelli, F. L., Pereira, M. R., & Pinheiro., M. A. (2017, Agosto 16). *Can environmental pollution by metals change genetic diversity? Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) as a study case in Southeastern Brazilian mangroves.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/312931366_Can_environmental_pollution_by_metals_change_genetic_diversity_Ucides_cordatus_Linnaeus_1763_as_a_study_case_in_Southeastern_Brazilian_mangroves
9. Bastakoti, U., Robertson, J., & C.Alfaro, A. (2018). Spatial variation of heavy metals in sediments within a temperate mangrove ecosystem in northern New Zealand. *Marine Pollution Bulletin*, 790-800.
10. Cadavid-Velásquez, E. d., Socorro, N. d., & Negrete, J. N. (2019). Metales pesados en macromicetos del manglar de la bahía Cispatá, Córdoba, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*.
11. Carvalho, J. M., Júnior, A., Ferreira, T. O., Suarez-Abelenda, M., Nóbrega, G. N., Albuquerque, A. G., . . . L.Otero., X. (2016). The role of bioturbation by Ucides cordatus crab in the fractionation and bioavailability of trace metals in tropical semiarid mangroves. *Marine Pollution Bulletin*, 194-202.
12. Cedeño, M. B. (2017). *Interpretacion del estudio multitemporal de Clirsen de las coberturas de manglar en el Estero Salado, Guayaquil.* Guayanquil.
13. Chai, M., Li, R., Ding, H., & Zan., Q. (2019, Octubre 29). *Occurrence and contamination of heavy metals in urban mangroves: A case study in Shenzhen, China.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518322689
14. Chica, A. A. (2019). *ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (DE LOS MANGLARES) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES ESTUARIO RÍO ESMERALDAS.* Esmeraldas: PUCESE.
15. Costa, P., Dorea, A., Mariano-Neto, E., & Barros, F. (2015). Are there general spatial patterns of mangrove structure and composition along estuarine salinity gradients in Todos os Santos Bay? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

de La Cruz-Landero, N., Alderete Chávez, Á., & Laffón Leal, S. (2018, Agosto 1). *FORESTA VERACRUZANA.* Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/497/49728291003.pdf

16. Deng, J., Guo, P., Zhang, X., Shen, X., Su, H., Zhang, Y., . . . Xu, C. (2019, Marzo 1). *An*

evaluation on the bioavailability of heavy metals in the sediments from a restored mangrove forest in the Jinjiang Estuary, Fujian, China. Retrieved from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31125794/

17. Duan, Dandan; Lei, Pei; Lan, Wenlu; Li, Tianshen; Zhang, Hao; Zhong, Huan; Pan, Ke. (2020, Julio 23). *Litterfall-derived organic matter enhances mercury methylation in mangrove sediments of South China.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720362926#:~:text=We%20found%20that%20litterfall%20played,MeHg%20contents%20in%20mangrove%20sediments.&text=Overall%2C%20our%20results%20suggested%20that,greatly%20favor%20the%20Hg%20methylatio
18. Duarte, L. F., Moreno, J. B., Catharino, M. G., Moreira, E. G., Trombini, C., & Pereira., C. D. (2019). Mangrove metal pollution induces biological tolerance to Cd on a crab sentinel species subpopulation. *Science of The Total Environment*, 768-779.
19. E.S.Costa, F.Sá, L.E.O.Gomes, C.A.Silva, A.T.Lima, B.D.Lehrback, & R.R.Neto. (2020). Can severe drought periods increase metal concentrations in mangrove sediments? A case study in eastern Brazil. *Science of The Total Environment*, 231-239.
20. ENRIQUE, P. P. (2012). *ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA-OPERATIVA COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DE LOS EMPRENDIMIENTOS ECO-TURÍSTICOSDEL MANGLAR DE PALMAR EN EL PERIODO 2012"*. La Libertad.
21. F, A. C., G, E. G., & Gines., E. (2018). Evolucion de la cobertura vegetal en el Parque Nacional Cerros de Amotapede tumbes, utilizando un indice de vegetacion Index (NDVI) 2000 - 2014. *Revista de Investigacion Cientifica "El Manglar"*, 47 - 56.
22. Garcés-Ordóñez, O., A.Castillo-Olaya, V., F.Granados-Briceño, A., García, L. M., & Díaz., L. F. (2019). Marine litter and microplastic pollution on mangrove soils of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 455-462.
23. Gopalakrishnan, G., Wang, S., Mo, L., Zou, J., & Zhou., Y. (2020, January 29). *ScienceDirect*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352485519304542
24. Guimaraes, J. R., Betancourt, O., Miranda, M. R., Barriga, R., Cueva, E., & Betancourt, S. (2011). Long-range effect of cyanide on mercury methylation in a gold mining area in southern Ecuador. *Science of The Total Environment*, 5026-5033.
25. Hong, H., Wu, S., Wang, Q., Qian, L., Lu, H., Liu, J., . . . Yan., C. (2020, Septiembre 2). *Trace Metal Pollution Risk Assessment in Urban Mangrove Patches: Potential Linkage with the Spectral Characteristics of Chromophoric Dissolved Organic Matter*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/346486244_Trace_metal_pollution_risk_assessment_in_urban_mangrove_patches_Potential_linkage_with_the_spectral_characteristics_of_chromophoric_dissolved_organic_matter
26. Hübner, R., Astin, K. B., & Herbert, R. J. (2009). In *Comparison of sediment quality guidelines (SQGs) for the assessment of metal contamination in marine and estuarine environments.*
27. INABIO. (2018, Diciembre 21). *INABIO*. Retrieved from http://inabio.biodiversidad.gob.ec/2019/01/30/11-areas-protegidas-17-10-eficaz/
28. J.C.Fernández-Cadena. (2014). Heavy metal concentration in mangrove surface sediments from the north-west coast of South America. *Marine Pollution Bulletin*, 221-226.
29. J.C.Fernández-Cadena, P.S.Ruíz-Fernández, T.E.Fernández-Ronquillo, B.Díez, N.Trefault, S.Andrade, & Iglesia., R. l. (2020). Detection of sentinel bacteria in mangrove sediments contaminated with heavy metals. *Marine Pollution Bulletin*, 110-125.
30. K.Kathiresan, & B.L.Bingham. (2017, Agosto 1). *Biology of mangroves and mangrove Ecosystems.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/222122749_Biology_of_Mangroves_and_Mangrove_Ecosystems
31. Lei, P., Zhong, H., Duan, D., & Pan, K. (2019, Junio 9). *A review on mercury biogeochemistry in mangrove sediments: Hotspots of methylmercury production?* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719320091
32. M.L.Alharbi, O., A.Khattab, R., Ali, I., S.Binnaser, Y., & Aqeel., A. (2019, Abril 9). *Marine Pollution Bulletin.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19308173

33. M.N.Manju, Kumar, C., P.Resmi, T.R.Gireeshkumar, MaryJoseph, M., P.M.Salas, & N.Chandramohanakumar. (2020, Agosto 10). *Trace metal distribution in the sediment cores of mangrove ecosystems along northern Kerala coast, south-west coast of India.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/339351108_Trace_metal_distribution_in_the_sediment_cores_of_mangrove_ecosystems_along_northern_Kerala_coast_south-west_coast_of_India
34. Ma, J., Ullah, S., Niu, A., Liao, Z., Qin, Q., Xu, S., & Lin., C. (2020, Abril 22). *Heavy metal pollution increases CH4 and decreases CO2 emissions due to soil microbial changes in a mangrove wetland: Microcosm experiment and field examination.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520329337
35. MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* Retrieved from https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
36. MAE. (2014). *Ministerio del Ambiente.* Retrieved from http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/PLAN_MANEJO_REMACAM_2015-2.pdf
37. Mariana, A. T., & Jessica., M. A. (2011). *"CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cr TOTAL, Pb, Cd) EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS EN EL ESTERO SALADO (GUAYAQUIL)".* Guayaquil.
38. Mina, J. J., & Ugarte, G. T. (2014). *CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS DE LOS RIOS BOGÓTA Y TULULBÍ DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS EN EL AÑO 2014.* Guayaquil.
39. O.Aljahdali, l., & Alhassan, A. B. (2020, Febrero 22). *Ecological risk assessment of heavy metal contamination in mangrove habitats, using biochemical markers and pollution indices: A case study of Avicennia marina L. in the Rabigh lagoon, Red Sea.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X20300462
40. OLGUÍN, E. J., HERNÁNDEZ, M. E., & SÁNCHEZ–GALVÁN, G. (2017). CONTAMINACIÓN DE MANGLARES POR HIDROCARBUROS Y ESTRATEGIAS DE BIORREMEDIACIÓN, FITORREMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*.
41. P.M.Fearnside. (2017). South American Natural Ecosystems, Status of Priorities for conservation. *Reference Module in Life Sciences*, 45-51.
42. Pernia, B., Mero, M., & Cornejo, X. (20019). *IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MANGLARES DE ECUADOR.*
43. Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., Ramírez, N., Ramírez, L., Bravo, K., . . . Zambrano., J. (2018, Junio 15). *Scielo.* Retrieved from Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador: http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00089.pdf
44. Ponce, S. (2018). *Impacto de la minseria en la cuenca del Rio Esmeradas.* Esmeraldas.

Quality, C. S. (1999). *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.* Montreal, Canada.

45. R.Rajaram, A.Ganeshkumar, T.Muralisankar, & P.Sivaperumal. (2020, Enero 16). *Bioaccumulation of metals in mangroves and salt marshes collected from Tuticorin coast of Gulf of Mannar marine biosphere reserve, Southeastern India.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X20307177
46. Segovia, M. (2016). *Determinacion en los cambios de sedimentacion en el bosque de amanglar de la Isla Puna.* Guayaquil.
47. Shi, C., Ding, H., Zan, Q., & Li., R. (2019, Marzo 30). *Spatial variation and ecological risk assessment of heavy metals in mangrove sediments across China.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19303042
48. Simbaña, K. M. (2017). *Relacion en contaminacion en manglares por metales pesados.* Ibarra.
49. Turk, M. E., Abdullah, R., M., R., & Bakar., N. K. (2018, Mayo 22). *Evaluation of heavy metals and environmental risk assessment in the Mangrove Forest of Kuala Selangor estuary, Malaysia.* Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X18306350
50. Wang, Q., Lu, H., Chen, J., Jiang, Y., A.Williams, M., Wu, S., . . . Yan., C. (2020, Mayo 9).

Interactions of soil metals with glomalin-related soil protein as soil pollution bioindicators in mangrove wetland ecosystems. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719360474

51. Wang, Q., Mei, D., Chen, J., Lin, Y., Liu, J., Lu, H., & Yan, C. (2019). Sequestration of heavy metal by glomalin-related soil protein: Implication for water quality improvement in mangrove wetlands. *Water Research*, 142-152.
52. Wu, Q., F.Y.Tam, N., Y.S.Leung, J., Zhou, X., Fu, J., Yao, B., . . . Xia, L. (2014, Febrero 9). *Ecological risk and pollution history of heavy metals in Nansha mangrove, South China.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/261103134_Ecological_risk_and_pollution_history_of_heavy_metals_in_Nansha_mangrove_South_China
53. Xiang, H., Li, K., Cao, L., Zhang, Z., & Yang, H. (2020, Enero 10). *Impacts of pollution, sex, and tide on the time allocations to behaviours of Uca arcuata in mangroves*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720341310

ANEXOS

Anexo 1. *Finalización de Socialización al concretar los puntos de muestreo*



Anexos 2. *Medición de profundidad en los huecos*







Anexos 3. *Recolección de muestras según las herramientas*

Anexo 3.1 *Bailejo*





Anexo 3.2 *Excavadora*





Anexos 4. *Guardado de muestras en las ziploc*







Anexos 5. *Etiquetado de las muestras*




Heineken

Anexo 6. *Factura de servicios GRUENTEC*

GRÜNtec
ENVIRONMENTAL SERVICES

GRUENTEC CIA LTDA

GRUENTEC CIA LTDA

Dir Matriz: ELOY ALFARO S7-157 Y BELISARIO QUEVEDO

Teléfono: 026014371
Contribuyente Especial Nro:
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

AGENTE DE RETENCIÓN Resol: NAC-DNCRASC20-00000001

R.U.C.: 1791344073001

FACTURA

No. 001-002-000017801

Número de Autorización:
1506202101179134407300120010020000178011234567810

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:
2021-06-15T17:02:28

Ambiente: Producción
Emisión: Normal

CLAVE DE ACCESO:
1506202101179134407300120010020000178011234567810

Razón Social/ Nombres y Apellidos: KEVIN INTRIAGO PÉREZ
Identificacion: 0804411734 **Vendedor:**
Fecha Emisión: 15/jun/2021 **Guia Remisión:** 001-001-000000000

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	DESCUENTO	PRECIO TOTAL
1.0	VAR:010	Oferta aprobada No. 2021_06_054	0.0000	0.00	0.00
5.0	VAR:V002	Análisis de metales en sedimentos	69.0000	17.25	327.75

Información Adicional del Cliente

Dirección: Atacames "Barrio Miraflores"
Teléfono: 0960731306
Email: intriagoperezkevin@gmail.com; nvillacis@gruentec.com; info@gruentec.com; msuza@gruentec.com

Forma de Pago Valor	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 367.08	12	Dias

Notas:

SUBTOTAL 12 %	327.75
SUBTOTAL 0%	0.00
SUBTOTAL No Objeto De IVA	0.00
SUBTOTAL Exento De IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	327.75
TOTAL DESCUENTO	17.25
ICE	0.00
IVA 12 %	39.33
IRBPNR	0.00
PROPINA	0.00
VALOR TOTAL	367.08
VALOR A PAGAR	367.08