



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE AGUAS DE DESCARGA DE CAMARONERAS EN EL  
ESTUARIO DE COJIMÍES, PROVINCIA DE MANABÍ**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingenieros Ambientales

**AUTORES: RICHARD DAMIÁN GUERRA RODRÍGUEZ  
VALERIA ABIGAIL SARANGO MÉNDEZ**

**TUTOR: CARLOS ANDRÉS ULLOA VACA**

Quito - Ecuador

2022

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Richard Damián Guerra Rodríguez con documento de identificación N° 1727966770 y Valeria Abigail Sarango Méndez con documento de identificación N° 1718749508; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

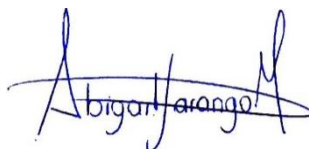
Quito, 20 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Richard Damián Guerra Rodríguez  
1727966770



---

Valeria Abigail Sarango Méndez  
1718749508

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Richard Damián Guerra Rodríguez con documento de identificación No. 1727966770 y Valeria Abigail Sarango Méndez con documento de identificación No.1718749508, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo experimental: “Caracterización de aguas de descarga de camaroneras en el estuario de Cojimés, Provincia de Manabí”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

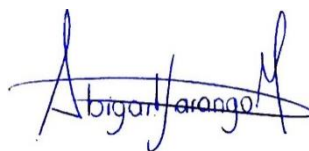
Quito, 20 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Richard Damián Guerra Rodríguez  
1727966770



---

Valeria Abigail Sarango Méndez  
1718749508

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Andrés Ulloa Vaca con documento de identificación N° 1716457971, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: CARACTERIZACIÓN DE AGUAS DE DESCARGA DE CAMARONERAS EN EL ESTUARIO DE COJIMÍES, PROVINCIA DE MANABÍ, realizado por Richard Damián Guerra Rodríguez con documento de identificación N° 1727966770 y por Valeria Abigail Sarango Méndez con documento de identificación N° 1718749508, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de septiembre año 2022

Atentamente,



---

Bioq. Carlos Andrés Ulloa Vaca M.Sc.

1716457971

## **DEDICATORIA**

Esta tesis dedicamos a Dios quien supo guiarnos por el buen camino, darnos las fuerzas necesarias para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándonos a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A nuestros padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarnos con los recursos necesarios para estudiar. Nos han dado todo lo que somos como personas, valores, principios, perseverancia y coraje para conseguir nuestros objetivos.

**Att.** Richard Damián Guerra Rodríguez y Valeria Abigail Sarango Méndez

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad por permitirnos convertir en profesionales en lo que tanto nos apasiona, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación. Finalmente agradecemos a quien lee este apartado y más a nuestra tesis, por permitirnos a nuestras experiencias, investigaciones y conocimientos incurrir dentro de su repertorio de información mental.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1 Problema .....	13
1.1.1 Planteamiento del Problema .....	13
1.1.2 Formulación del Problema .....	13
1.2 Preguntas Directrices.....	13
1.3 Justificación .....	13
1.4 Objetivos .....	15
1.4.1 Objetivo General.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos .....	15
1.5 Delimitación.....	15
1.6 Ubicación Geográfica.....	15
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
2.1 Antecedentes .....	18
2.2 Fundamentos teóricos .....	19
2.2.1 Estuarios .....	19
2.2.2 Contaminación .....	20
2.2.3 Calidad del agua.....	20
2.3 Índice de calidad.....	21
2.6 Parámetros de Calidad .....	22
2.6.1 Temperatura.....	22
2.6.2 Potencial de Hidrogeno (pH) .....	22
2.6.3 Turbidez .....	23
2.6.4 Solido Suspendidos Totales .....	23
2.6.5 Oxígeno Disuelto.....	24
2.6.6 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	24
2.6.7 Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	25
2.6.8 Fosforo.....	25
2.6.9 Nitratos.....	25
2.6.10 Coliformes Fecales.....	26
2.6.11 Pesticidas o plaguicidas .....	27
2.7 Carbamatos .....	27
2.8 Organoclorados .....	27
2.9 Organofosforados.....	27
2.10 Cromatografía de Gases.....	27
2.11 Cromatografía Líquida (HPL).....	29
2.12 Volumetría modificada.....	29
2.13 Colorimétrico .....	29
2.14 Espectrofotometría.....	30
2.15 Índice de biodegradabilidad.....	30
2.16 Marco Legal.....	31
2.17 Hipótesis .....	32

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
3.1 Zona de estudio .....	33
3.2 Diseño de la investigación .....	33
3.3 Muestreo .....	34
3.4 Tipo de muestreo.....	34
3.5 Muestreo de sedimentos .....	35
3.6 Campañas de muestreo.....	37
3.7 Materiales y métodos Materiales: .....	37
3.8 Métodos.....	38
3.8.1 Determinación de parámetros físicos del agua .....	38
3.8.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	38
3.8.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	39
3.8.4 Turbidez .....	39
3.8.5 Sólidos suspendidos totales .....	39
3.8.6 Fosfatos .....	40
3.8.7 Nitratos.....	41
3.8.8 Sedimentos .....	41
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1 Análisis e interpretación de resultados .....	43
4.2 Comparación con la Normativa de límites permisibles .....	47
4.3 Comparación de parámetros entre zona alterada y zona no alterada .....	48
4.4 Análisis de biodegradabilidad .....	57
4.5 Análisis de compuestos orgánicos en sedimentos .....	57
4.6 Discusión.....	58
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
5.1 Conclusiones .....	60
5.2 Recomendaciones.....	61
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>62</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>67</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Punto de descarga Río Negro	16
Figura 2. Punto de descarga Camaronera Gomar	17
Figura 3. Punto de descarga Río Vilza	17
Figura 4. Punto de descarga Salima	18
Figura 5. Cromatografía de gases	28
Figura 6. Ubicación del Estuario de Cojimíes	33
Figura 7. Comparación de coliformes fecales	48
Figura 8. Comparación de Potencial de Hidrogeno (pH)	49
Figura 9. Comparación de Demanda Biológica de Oxígeno 5	50
Figura 10. Comparación de Nitratos	51
Figura 11. Comparación de Fosfatos	52
Figura 12. Comparación de Temperatura	53
Figura 13. Comparación de Turbidez	54
Figura 14. Comparación de Sólidos Suspendidos Totales	55
Figura 15. Comparación de oxígeno disuelto	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del “ICA” propuesta por Brown.....	22
Tabla 2. Concentración de Oxígeno y consecuencias.....	24
Tabla 3. Criterios de calidad admisible en aguas dulce y de estuario Acuerdo Ministerial 97-A.....	31
Tabla 4. Coordenadas de puntos de muestreo .....	36
Tabla 5. Punto de muestreo .....	36
Tabla 6. Concentraciones y clasificaciones de sedimentos .....	41
Tabla 7. Datos del muestreo 1 .....	43
Tabla 8. Índice de calidad de agua -Muestreo 1 .....	44
Tabla 9. Datos del muestreo 2 .....	45
Tabla 10. Índice de calidad de agua - Muestreo 2 .....	46
Tabla 11. Comparación de parámetros VS. Normativa Ambiental.....	47

## RESUMEN

El Estuario de Cojimés se ha visto afectado desde hace 20 años con la tala indiscriminada de manglares, además de, sobrepesca, deforestación y desarrollo de camaroneras. En la actualidad se conservan 1900 hectáreas de manglar y se han perdido más de 10000 Has. Las camaroneras ocupan 14000 hectáreas. Debido a que las camaroneras representan un problema ambiental por el uso de nutrientes y pesticidas, se propone el presente trabajo experimental que tiene como finalidad analizar parámetros físicos-químicos del agua y sedimentos del estuario de Cojimés en las zonas de descargas de las camaroneras, que permitan determinar el grado de alteración ambiental con el que está contribuyendo esta actividad. La caracterización del agua se realizó en cuatro puntos de descarga de camaroneras en el estuario de Cojimés, Provincia de Manabí, durante los meses de febrero y mayo del 2022 donde se analizó la calidad de agua y los resultados se compararon con los valores normativos vigentes en el marco legal ecuatoriano para el recurso agua y calidad de sedimento del estuario. Obteniendo como resultado para los 4 puntos en el Estuario de Cojimés, calidades que se categorizan como “Regular” con un valor de 64.37 para la primer muestreo y 70.58 para la segundo muestreo. En el muestreo 1 los parámetros que sobrepasan los límites permisibles son coliformes fecales con 283 NMP/100ml y nitratos con 0,77 mg/l. En el muestreo 2 el parámetro que sobrepasa el límite permisible son los nitrato con 0,77 mg/l. En el muestreo aparentemente no contaminado el parámetro que sobrepasa el límite permisible son los nitratos con 0,56 mg/l. Y la relación DQO/DBO5 con un resultado de 1.59 en el primer muestreo y 2.97 en el segundo muestreo los cuales se encuentran dentro del rango de biodegradabilidad de acuerdo a Molina Flores (2015)

**Palabras Clave:** Estuario, camaroneras, biodegradabilidad e ICA (índice de calidad de agua)

## ABSTRACT

The Cojimíes Estuary has been affected for 20 years by the indiscriminate felling of mangroves, in addition to overfishing, deforestation and the development of shrimp farms. Currently, 1,900 hectares of mangroves are preserved and more than 10,000 hectares have been lost. Shrimp farms occupy 14,000 hectares. Due to the fact that shrimp farms represent an environmental problem due to the use of nutrients and pesticides, this experimental work is proposed with the purpose of analyzing physical-chemical parameters of the water and sediments of the Cojimíes estuary in the discharge areas of the shrimp farms, which allow to determine the degree of environmental alteration with which this activity is contributing. The characterization of the water was carried out at four discharge points of shrimp farms in the Cojimíes estuary, Province of Manabí, during the months of February and May 2022, where the quality of the water was analyzed and the results were compared with the normative values in force in the region. the ecuadorian legal framework for the water resource and sediment quality of the estuary. Obtaining as a result for the 4 points in the Cojimíes Estuary, qualities that are categorized as "Regular" with a value of 64.37 for the first sampling and 70.58 for the second sampling. In sampling 1, the parameters that exceed the permissible limits are fecal coliforms with 283 NMP/100ml and nitrates with 0.77 mg/l. In sampling 2, the parameter that exceeds the permissible limit is nitrate with 0.77 mg/l. In the apparently uncontaminated sampling, the parameter that exceeds the permissible limit is nitrates with 0.56 mg/l And the COD/BOD5 ratio with a result of 1.59 in the first sampling and 2.97 in the second sampling, which are within the biodegradability range according to Molina Flores (2015).

**Keys words:** Estuary, shrimp farms, biodegradability and ICA (water quality index)

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Problema**

#### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

El presente trabajo de investigación pretende responder a la siguiente interrogante., ¿La calidad del agua del Estuario de Cojimíes está afectada por las descargas de camarónicas que se encuentran ubicadas en la zona de estudio?

#### **1.1.2 Formulación del Problema**

¿La calidad de agua del Estuario de Cojimíes Provincia de Manabí está afectada por las descargas de las camarónicas que en la zona se asienta, alterando los parámetros de calidad establecida en el Marco legal ecuatoriano para el recurso “Agua de Estuario”.

### **1.2 Preguntas Directrices**

¿Cuál es la calidad de agua en Estuario de Cojimíes?

¿Se ha visto afectada la calidad del agua del Estuario de Cojimíes por las descargas de camarónicas?

¿Cuál relación DQO/DBO5 mediante el índice de degradabilidad, para evaluar la presencia de compuestos refractarios en el estuario?

¿Cuáles son los niveles de compuestos orgánicos en sedimentos mediante análisis químico?

### **1.3 Justificación**

Los manglares son de gran importancia en el ecosistema ya que los árboles y arbustos presentes, aumentan la resistencia frente a inundaciones y salinidad. Además producen materia orgánica que sirve como sustratos para convertirse en hábitat de una gran cantidad de especies. Igualmente brindan beneficios a las comunidades de animales, vegetales, como la purificación del aire, alimentos. Por

esto, considerando la importancia que tiene el agua en el mantenimiento del equilibrio físico químico y biológico en el agua, sedimentos y biodiversidad endémica de este tipo de ecosistemas, el presente estudio busca caracterizar la calidad del agua de Estuario de Cojimíes para comprobar una posible afectación a la salud ambiental del ecosistema. El Estuario de Cojimíes se ha visto afectado desde hace 20 años, con la tala indiscriminada de manglares, sobrepesca, deforestación y desarrollo de camaronerías. En la actualidad se conservan 1900 hectáreas de manglar y se han perdido más de 10000 Has. Las camaronerías ocupan 14000 hectáreas. (EcoCostas, 2007), y es de conocimiento general que el sector acuícola de camarón se encuentra en crecimiento exponencial y gran expansión, por lo cual también se magnifican los efectos ambientales, principalmente que sus efluentes pueden llegar a ser fuentes de contaminantes en los ecosistemas marinos costeros. (Ortiz, 2021).

Además, los habitantes se ven afectados en la parte económica ya que 4000 personas trabajan en la recolección de conchas y cangrejo, actividad que se ve mermada debido a la proliferación de camaronerías en lugares donde habitualmente se realizaba la recolección de estos animales. Según el ambientalista nativo de Muisne Marcelo Cotera, en las camaronerías una vez implantadas, pueden operar con una sola persona, por lo que, esta actividad tiene un impacto negativo que es el desempleo. Actualmente la situación es difícil para las personas que se dedican a la recolección moluscos y crustáceos porque no tienen zonas disponibles donde expandir su actividad ya que algunos recursos como el cangrejo azul y la concha prieta están sobreexplotados o han desaparecido. (EcoCostas, 2007) Por lo anteriormente indicado, el presente trabajo experimental tiene como finalidad analizar parámetros físicos-químicos del agua y sedimento del Estuario de Cojimíes en las zonas de descargas de las camaronerías, que permitan determinar el grado de alteración ambiental con el que están contribuyendo las descargas de las camaronerías.

Para el desarrollo y ejecución de esta investigación se aplicaron los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos adquiridos en la carrera. Finalmente, este trabajo generará información actualizada sobre la calidad de agua y sedimentos de las zonas donde se llevarán a cabo los análisis físicos químicos

dentro del Estuario de Cojimíe

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Caracterizar el agua de descargas de camaroneras, mediante análisis fisicoquímico in situ y en laboratorio, para verificar la calidad de agua en el Estuario de Cojimíes.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Comparar la calidad del agua del estuario en zonas de descarga de las camaroneras y zonas aparentemente no alteradas.

Determinar la relación DQO/DBO5 mediante el índice de degradabilidad, para evaluar la presencia de compuestos refractarios en el estuario.

Determinar niveles de contaminación en los puntos de descarga de camaroneras del estuario, para verificar compuestos orgánicos en sedimentos mediante análisis químico.

## **1.5 Delimitación**

El presente trabajo de investigación está vinculado con la caracterización de aguas de descarga de cuatro camaroneras en el estuario de Cojimíes, Provincia de Manabí durante los meses de febrero y mayo del 2022 donde se analizó la calidad de agua según el marco legal ecuatoriano con el recurso agua vigente y calidad de sedimento del estuario.

## **1.6 Ubicación Geográfica**

Las coordenadas geográficas de los puntos de descarga en el estuario de Cojimíes son las siguientes:

**Figura 1.**

*Punto de descarga Río Negrito*

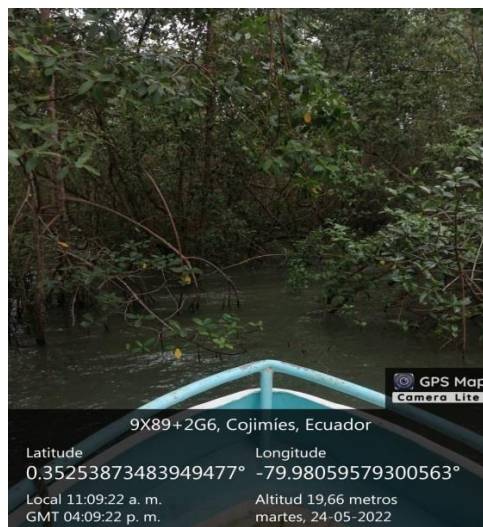


*Nota.* La figura muestreo las coordenadas del punto de descarga Rio Negrito

**Elaborado por:** Autores,  
2022

**Figura 2.**

*Punto de descarga Camaronera Gomar*



*Nota.* La figura muestreo las coordenadas del punto de descarga Rio Negrito

**Elaborado por:** Autores, 2022



**Figura 3.**

*Punto de descarga Río Vilza*

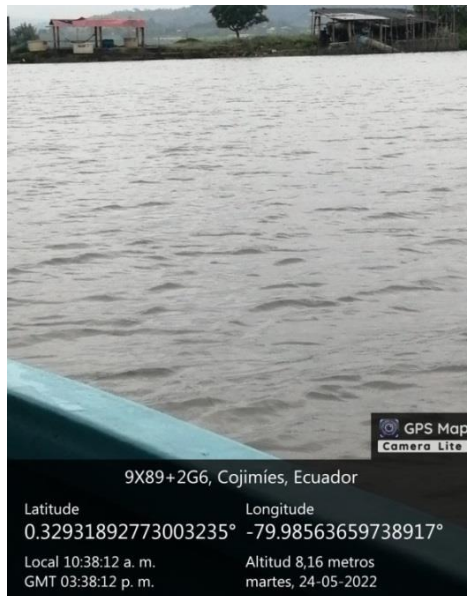


*Nota.* La figura muestreo las coordenadas del punto de descarga Río Vilza

**Elaborado por:** Autores, 2022

**Figura 4.**

*Punto de descarga Salima*



*Nota:* La figura muestreo las coordenadas del punto de descarga Salima

**Elaborado por:** Autores, 2022

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 Antecedentes**

Para el desarrollo de este proyecto se ha realizado una investigación bibliográfica relevante y entre nuestras fuentes más importantes se encuentran los estudios que se detallan a continuación.

Alrededor de la problemática planteada sobre las alteraciones al ecosistema que provocan la proliferación de camareras que trae como consecuencia una disminución del área de manglar y con esto, los problemas sociales, económicos y ecológicos que están afectando al Estuario de Cojimés y otros Estuarios en la Costa ecuatoriana, se han realizado algunos trabajos entre los que se puede citar las contribuciones de Chango & Nacimba (2015) que indica el trabajo de monitoreo de calidad de agua del estuario de río Atacames analizaron parámetros de calidad de agua que fueron los siguientes: temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto (OD), concentración de clorofila, DBO5, concentraciones de hierro, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, ortofosfatos, concentración de sílice, solidos totales, turbidez y coliformes fecales. Para lo cual obtuvieron como resultado que cuando la marea es baja el estado de calidad de agua es pobre, además se obtuvo concentraciones altas de nutrientes y coliformes fecales y concentraciones bajas de oxígeno disuelto (OD) debido a que los puntos que muestrearon se encontraban cerca de una población que utilizaba el estuarios para sus actividades cotidianas.

Según Bravo Aguas (2018) la evaluación económica es un parámetro de decisión para evaluar el grado de contaminación de los ecosistemas. Razón por la que han usado el método de compensación para obtener el valor económico de la parte sur de la REMACAM; donde se realizan trabajos de investigación, evaluación y manejo de manglares, investigación y

monitoreo de la calidad del agua en la estación de control de vertiente y camaronicultura. En este trabajo se obtuvo como resultado que la calidad de agua estuarina está siendo alterada debido a la presencia de camarónicas debido a que parámetros como nitratos (0.33mg/L), amonio (0.20 mg/L) y fosfatos (0.14 mg/L) superaron los límites permisibles de la normativa vigente, notándose un incremento en condiciones de bajamar. Finalmente, el estado actual del ecosistema fue de un 76.42% y para su reparación de daños causado por la actividad camarónera es de 54.583.766,66 por 9 años.

El estuario interior del Golfo de Guayaquil se ha visto contaminado por la falta de drenajes urbanos y acción de la población. Para el cálculo del índice de calidad recogieron muestreos in situ y otros que realizaron en laboratorio. Finalmente determinaron que el índice de calidad es de 26 y clasificándolo como un estuario contaminado al desarrollar el ICA. (Quezada, 2020) Y, por último, según Delgado (2015) habla del estudio realizado sobre la calidad del agua en el Estuario de Cojimíes, en cada una de estas épocas, se puede observar que el nitrito tiene un valor de 0,83 mg/L para la época seca y de 0,48 mg/L -1 para la época seca con un valor comportamental de 0,15 mg/L-1. Nitrato, este parámetro en época poco lluviosa tiene un valor de 5,97 mg/l -1 para la época poco lluviosa y de 2,32 mg/l -1 para la época lluviosa.

## **2.2 Fundamentos teóricos**

### **2.2.1 Estuarios**

Los estuarios funcionan como sumideros y a su vez son transformadores de nutrientes que van desde el continente hacia el mar. El acceso de materiales y sustancias de origen antrópico sus principales vías son los efluentes de núcleos urbanos y de origen industria.

(Streitenberger & Baldini, 2016)

Los estuarios proveen puntos ideales para la supervivencia de muchas especies ya que dependen de sus aguas estuarinas para poder reproducirse, además que los manglares que bordean desempeñan funciones de alto valor como es el proceso de filtración, amortiguadores naturales. Cuando estos recursos están en peligro, también lo están la subsistencia de las personas que trabajan y viven ahí, ellos nos proveen de recursos, beneficios y servicios. (Agencias de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2021)

### ***2.2.2 Contaminación***

La contaminación es un cambio en las propiedades físicas, químicas o biológicas del aire, el suelo o el agua que afecta negativamente la vida humana y las especies beneficiosas, los procesos industriales y las condiciones humanas, lo que puede conducir al desperdicio de los recursos naturales. (Atilio de la Orden, 2010)

Los estuarios son afectados primordialmente por la construcción y operación de camaroneras viéndose afectada su fauna, debido que las mismas utilizan herbicidas y pesticidas en la producción de camarón. Sus aguas de desecho son arrojadas a los estuarios y estos disminuyen notablemente la fauna silvestre. (Ortiz, 2021)

### ***2.2.3 Calidad del agua***

La alteración de la calidad del agua puede ser provocada por efectos naturales como por la intervención del ser humano procedida de la actividad industrial, Generalmente la calidad de agua es para describir las características físicas, químicas y biológicas del agua y los ecosistemas acuáticos, todos estos parámetros determinarán la habilidad del agua para soportar

los. (Delgado, 2015)

La característica más significativa del agua es comportarse como disolvente tanto de compuestos orgánicos e inorgánicos, ya sean de naturaleza polar o apolar; además de tiene una gran capacidad para que se desarrolle vida. Por lo que lo hace un sistema complejo sobre el cual se puede realizar análisis cuantitativos con el objetivo de conocer el grado de alteración que ha sufrido. (Prado, 2015)

### **2.3 Índice de calidad**

El Índice de Calidad del Agua (ICA) agrupa de forma simplificada algunos de los parámetros indicadores de un deterioro de la calidad del agua y es una forma de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. (Vizcaíno, 1974)

Además, según García-González et al., (2021) el ICA es una herramienta estadística que nos permite la evaluación de los recursos hídricos, primordialmente en procesos de políticas públicas, actividades de producción y el seguimiento de sus impactos. Los índices se pueden realizar mediante ciertos elementos básicos en función del uso del agua. En la República del Ecuador la metodología utilizada que se utiliza para el cálculo del ICA es la propuesta por Brown, basada en la evaluación de nueve parámetros.

**Tabla 1.**

*Clasificación del “ICA” propuesta por Brown*

<b>Calidad de Agua</b>	<b>Valor</b>	<b>Criterio</b>
<b>Excelente</b>	91 a 100	No contaminada
<b>Buena</b>	71 a 90	Aceptable
<b>Regular</b>	51 a 70	Poco contaminada
<b>Mala</b>	26 a 50	Contaminada
<b>Pésima</b>	0 a 25	Altamente contaminada

*Nota:* Describe los niveles de contaminación propuestos por Brown

**Fuente:** (León carrasco, 2014)

**Elaborado por:** Autores, 2022

## **2.6 Parámetros de Calidad**

### **2.6.1 Temperatura**

Es una característica física de interés en el análisis de estudio de agua de mar. Está relacionado con la salinidad y densidad, es uno de los parámetros más fáciles de determinación. La temperatura y pH son importantes en la degradación aeróbicas y anaerobias del agua; afectando la densidad, viscosidad, solubilidad de los gases y velocidad de reacciones químicas y bioquímicas. En aguas de estuario se espera mayor mezcla en invierno. (Zambrano Hidalgo, 2010)

### **2.6.2 Potencial de Hidrogeno (pH)**

El potencial de hidrogeno es una medida de concentración de iones de hidrogeno; El rango normal es de 6 a 9, de lo contrario puede dañar los organismos acuáticas. El pH puede

causar perturbaciones celulares y destruir flora y fauna acuática. En estuarios el pH del agua puede ser alterado por descarga de agentes contaminantes, eutrofización, desechos de aguas industriales y domésticas. (Delgado, 2015)

### ***2.6.3 Turbidez***

El mayor componente de la turbidez para un estuario es el limo. El volumen de limos descargados es por ríos y arroyos dependiendo de las estaciones, los máximos días de descarga son en los meses lluviosos. La turbiedad tiene dos efectos primordiales en los estuarios, uno es que reduce el oxígeno disuelto (OD) al disminuir la penetración de la luz afectando directamente a la producción y número de macrófitos acuáticos, lo que disminuye la producción de oxígeno; las partículas suspendidas en el agua absorberán calor adicional de la luz solar lo que ocasiona que el agua se caliente y el agua caliente no es capaz de guardar tanto oxígeno como el agua fría. Segundo el asentamiento de material particulado puede provocar depósitos de lodos, limo, otros sedimentos y deterioros. (Solano, 2013)

### ***2.6.4 Sólido Suspendidos Totales***

Estas son partículas que se han desgastado y absorbido en el agua junto con otros sólidos en suspensión. Expresado en peso total. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y la acumulación de sedimentos destruye los lugares de alimentación de las especies acuáticas. Las partículas como arcilla, limo, etc. son arrastradas por el agua de dos formas: la primera en forma de suspensión estable (solución coloidal); o permanecer en suspensión mientras sean impulsados por el movimiento del agua. Las suspensiones coloidales sedimentan solo después de la coagulación o floculación. (Solano, 2013)

### 2.6.5 Oxígeno Disuelto

Las concentraciones de oxígeno dependerán de los fenómenos de formación y consumo de oxígeno, producción asociada a la fotosíntesis y consumo dado por la respiración o descomposición de la materia orgánica. Cuando el consumo de oxígeno excede la producción, los niveles de oxígeno caen por debajo de los niveles necesarios, afectando la vida de muchos organismos acuáticos. (Quezada, 2020)

Tabla 2

*Concentración de oxígeno*

OD (mg/L)	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismo aerobios
5-8	Aceptable	Adecuadas para la vida de la gran mayor especies de peces y
8-12	Buena	otros organismos acuáticos
>12	Sobres	Sistemas en plena producción fotosintética

*Nota.* Concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicos frecuentes

**Fuente:** (Quezada, 2020)

**Elaborado por:** Autores, 2022

### 2.6.6 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> se define como la cantidad de oxígeno utilizada en la oxidación bioquímica de sustancias orgánicas en determinadas condiciones de temperatura y tiempo. Se utiliza para evaluar las propiedades de las aguas residuales. La DBO<sub>5</sub> generalmente se mide a 20 °C después de 5 días de incubación para medir el consumo de oxígeno de las bacterias durante la oxidación de las sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales durante 5 días a 20 °C.

La demanda de oxígeno en las aguas residuales se debe a tres razones; materia orgánica de



carbono, nitrógeno oxidado a partir de nitrito, amoníaco y compuestos orgánicos nitrogenados así como compuestos químicamente reductores (sulfuros, sulfuros e iones de hierro).(Argandoña & Macías, 2013)

### ***2.6.7 Demanda Química de Oxígeno (DQO)***

La Demanda Química de Oxígeno determina la cantidad total de materia orgánica en forma de oxígeno que se necesita para oxidarse a dióxido de carbono y agua. (Cifuentes et al., 2013)

### ***2.6.8 Fosforo***

Los fosfatos son la forma más común de encontrar el fósforo en el agua, su presencia es esencial para los organismos vivos y también contribuyen a la eutrofización de los cuerpos de agua. (Delgado, 2015). El fósforo es un nutriente esencial para los organismos que viven en los sistemas marinos y están en proceso de transformación. Se considera un parámetro importante de la calidad del agua por su influencia en la eutrofización e indica la descarga de desechos orgánicos o estiércol y fertilizantes. (Sánchez de Fuentes, 2001)

### ***2.6.9 Nitratos***

Los niveles de nitritos y nitratos en aguas son indicadores de calidad de agua. El nitrógeno es un nutriente para el desarrollo de los animales y plantas acuáticas. En el agua se encuentra formando amoníaco, nitritos y nitratos. (Quezada, 2020)

El nitrito es una etapa intermedia de la oxidación del nitrógeno, se presenta en bajas concentraciones cuando el agua está saturada de oxígeno, pero en condiciones anóxicas su concentración aumenta significativamente en ausencia de iones de amonio. La presencia de

nitrito en el agua suele indicar una contaminación fecal reciente. En aguas superficiales, la concentración no supera los 0,100 mg/l. El límite permisible de contenido de nitritos para la protección de los organismos acuáticos es de 0,2 mg/l, según la Tabla 2 del Anexo 1 de TULSMA (Yáñez Flores, 2018)

Los nitratos son el estado final de la oxidación del nitrógeno y, por lo tanto, las plantas y las algas los utilizan directamente para la síntesis de proteínas. (Delgado, 2015), se encuentra de forma inorgánicos forman parte de la naturaleza por la descomposición de compuestos nitrogenados como las proteínas. Los fertilizantes y las aguas negras de origen animal también son fuentes de nitratos. (Yáñez Flores, 2018).

El principal efecto del nitrito y el nitrato en los embalses de agua dulce es como fertilizante que conduce a la eutrofización. Los altos niveles de nitrógeno pueden producir un exceso de algas y plancton, que se descomponen y consumen oxígeno. El consumo de oxígeno puede provocar la asfixia de otros organismos. (Solís Garza et al., 2011)

#### ***2.6.10 Coliformes Fecales***

Estas son bacterias que viven en los intestinos de los organismos vivos, siendo las más conocidas *Escherichia coli*, *Klebsiella* y *Citrobacter*. El aislamiento de *Escherichia coli* en agua da una alta probabilidad de contaminación fecal de alrededor del 99%. Esto no es absoluto ya que se han aislado cepas no fecales de *E. coli*, pero la confirmación de la contaminación por esta fuente es un grado de certeza más razonable. (Solano, 2013)

### **2.6.11 Pesticidas o plaguicidas**

Son sustancias utilizadas para el control de insectos, roedores, malas hierbas no deseadas y otras formas de vida indeseables. Estos plaguicidas tienen una amplia clasificación en: compuestos organoclorados, compuestos organofosforados, compuestos organomercurícos, carbamatos, piretroides, bupiridilos, etc. (Vargas, 2015)

### **2.7 Carbamatos**

Los carbamatos son plaguicidas derivados del ácido carbónico el cual es parecido a la urea, los carbamatos son compuestos biodegradables mediante a la exposición solar no se bioacumulan son liposolubles y tienen una baja toxicidad. (QUIMICA. ES, 2021)

### **2.8 Organoclorados**

Estos compuestos incluyen derivados del etano clorado, el DDT se considera uno de estos compuestos, estos compuestos persisten en el medio ambiente durante mucho tiempo y se consideran estables. (Fernicola, 1985)

### **2.9 Organofosforados**

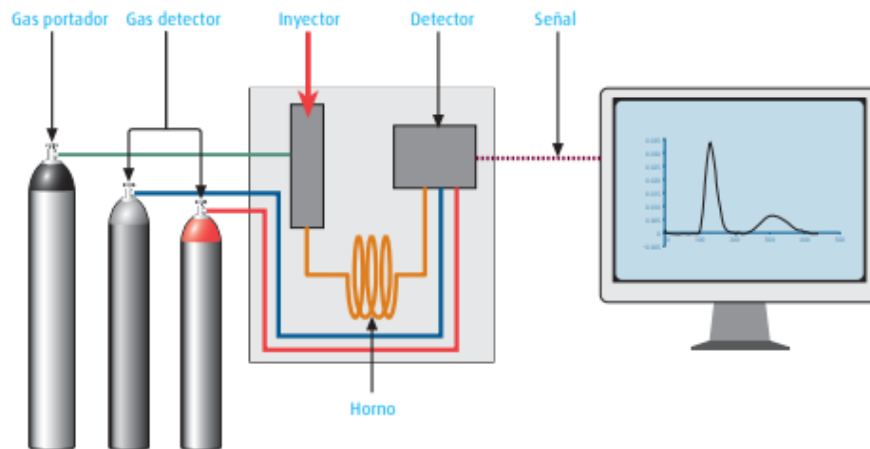
Los organofosforados constituyen un amplio grupo de compuestos altamente tóxicos, los organoclorados son degradables estos son utilizados principalmente en el control de plagas como alternativas a los hidrocarburos. (Quito, 1999)

### **2.10 Cromatografía de Gases**

Es un método analítico para separar mezclas de compuestos altamente volátiles y técnicamente estables en sus componentes estables. Para la separación por cromatografía de

gases, se introduce una cantidad mínima de muestra a separar en una corriente de gas inerte a una temperatura determinada, que se pasa por una columna cromatográfica para separar los componentes de la mezcla por separación, adsorción o, en algunos casos, una mezcla de ellos. Los componentes se separan de la columna a intervalos regulares y se pasan a través de un sistema de detección apropiado o se pueden dirigir a un dispositivo de muestreo. (*Cromatografía de Gases*, n.d.)

**Figura 5.**  
*Cromatografía de gases*



**Nota:** Elementos básicos de la cromatografía de gases

**Fuente:** (Linde, 2011)

### **2.11 Cromatografía Líquida (HPL)**

Este es un método utilizado para separar los componentes de una mezcla que consta de una fase estacionaria no polar y una fase móvil. La solución de muestra se introduce en la fase móvil, los componentes de la solución migran debido a las interacciones no covalentes de los compuestos con la columna. El uso de diferentes detectores dependerá de la naturaleza de los componentes a determinar. (Miranda & Martín, 2015)

### **2.12 Volumetría modificada**

La titulación es un método de análisis químico cuantitativo utilizado para determinar la concentración exacta de un reactivo cuya concentración es solo aproximada. Este proceso implica agregar desde una bureta a un volumen medido con precisión de una solución desconocida, cuya concentración se determina hasta que la sustancia completa ha reaccionado. Este punto de titulación se denomina punto de equivalencia. (*Análisis Volumétrico – Titulación – Indicadores Ácido / Base*, n.d.)

### **2.13 Colorimétrico**

El método colorimétrico es uno de los métodos más utilizados, es un método de determinación cualitativa y cuantitativa de sustancias en solución. Un colorímetro es un instrumento diseñado para dirigir un haz de luz monocromático paralelo a través del líquido de muestra y medir la intensidad del haz de salida. Este método se basa en la medición de la absorción de radiación en el rango visible de sustancias coloreadas. La colorimetría es la comparación visual del color de una solución reactiva con una serie de estándares hasta que se obtiene una coincidencia. (Aparicio, 2017)

### **2.14 Espectrofotometría**

La espectrofotometría UV-visible es un método analítico para determinar la concentración de un compuesto en solución. Incluye el hecho de que las moléculas absorben radiación electromagnética, y la cantidad de luz absorbida depende linealmente de la concentración. Para este tipo de medición se utiliza un espectrómetro, en el que se selecciona la longitud de onda de la luz que atraviesa la solución y se mide la cantidad de luz absorbida por esta. (Abril Díaz et al., n.d.)

### **2.15 Índice de biodegradabilidad**

Es la propiedad que permite en la fracción orgánica de las aguas y depuración por medio de microorganismos que utilizan como alimento y fuente de energía para realizar su metabolismo y reproducción, hay sustancias que no son o son lentas de biodegradar, lo que constituye una limitante para los procesos de tratamientos biológicos. Para determinar el índice de biodegradabilidad de un efluente se debe tener en cuenta la relación de demanda biológica de oxígeno y la demanda química de oxígeno según se muestreo en la siguiente ecuación.

$$\textit{Indice de biodegradabilidad} = \frac{DQO}{DBO5}$$

Si los valores son cero nos indica que el agua es muy biodegradable y valores mayores a 5 indican que el material que contamina el agua es poco biodegradable. (Molina Flores, 2015)

## **2.16 Marco Legal**

La Norma ambiental vigente está conformada por los criterios de calidad establecidos en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA) Libro VI, Anexo 1, donde expresa lo siguiente:

**Acuerdo Ministerial N° 097-A**, Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Reforma al Libro VI del TULSMA, Registro Oficial N° 387 dl 4 de noviembre de 2015.

Los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces marinas y de estuario. Declara cada uno de los parámetros de Nitrato, OD, DBO DQO, pH, turbidez.

Se debe considerar la turbidez del agua de acuerdo con los límites establecidos:

- a) Estado natural (Valor de fondo) más 5%, si la turbidez varías 0 y 50 UTN  
(unidadde turbidez nefelometría)
- b) Estado natural (Valor de fondo) mas 10%, si la turbidez varía entre 50 y 100 UTN
- c) Estado natural (Valor de fondo) mas 20%, si la turbidez es mayor que 100 UTN
- d) Las sustancias antropogénicas que produzcan alteraciones con color, olor y sabor del agua, deben estar ausentes, de modo que no perjudique la vida acuática y silvestre.

A continuación, se detalla los criterios de calidad para preservación de la vida acuática en la Tabla 2, según la Norma TULSMA.

Tabla 3.

*Criterios de calidad admisible en aguas dulce y de estuario Acuerdo Ministerial 97-A*

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterios de Calidad	
			Agua dulce	Agua Marina y de estuario
Oxígeno Disuelto	OD	% saturación	>60	>60
Potencial de Hidrogeno	pH	Unidades de pH	20	6,5 -9.5
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	13	0,2
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	mg/l	20	-
Solidos suspendidos totales	SST	mg/l	Max incremento de 100% de la concentración	-

*Nota:* Criterios de calidad admisibles para preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces y de estuarios.

**Fuente:** (097A, 2017)

**Elaborado por:** Autores, 2022

## 2.17 Hipótesis

### Hipótesis Nula. (H<sub>0</sub>)

**H<sub>0</sub>:** Las descargas de las camaroneras no afectan los parámetros que determinan el índice de calidad del agua (ICA).

### Hipótesis alternativa. (H<sub>1</sub>)

**H<sub>1</sub>:** Las descargas de las camaroneras afectan los parámetros que determinan el índice de calidad del agua (ICA)



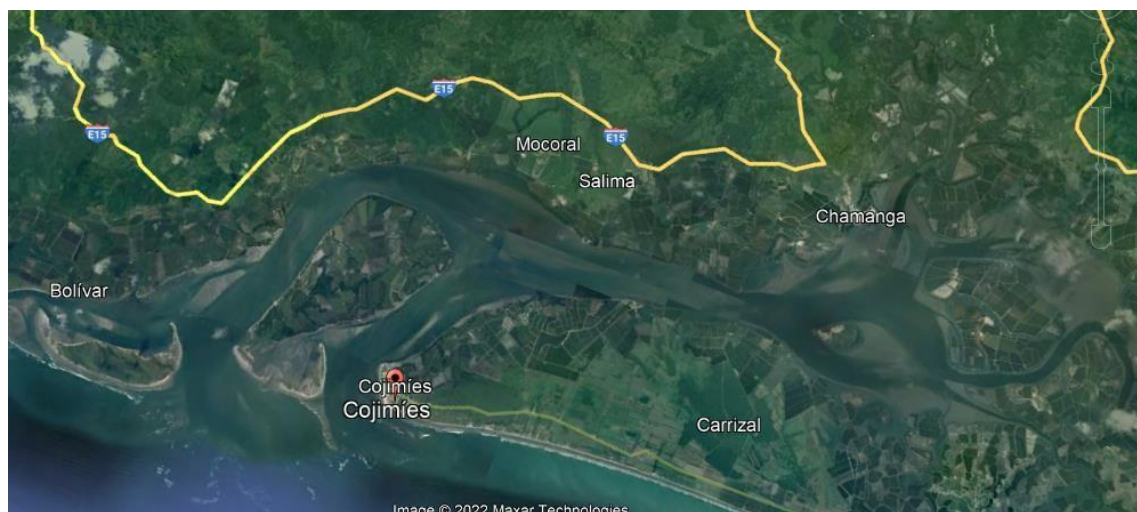
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Zona de estudio

El estuario del río Cojimés se encuentra ubicado en la parroquia de Cojimés, cantón de pedernales, provincia de Manabí, tiene una longitud aproximada de 25km. Está ubicada al Norte con los cantones de Muisne y Quinindé. Al Sur con la parroquia de pedernales. Al Este con el canto de Quinindé, y al Oeste con el Océano Pacífico.

#### Figura 6.

*Ubicación del Estuario de Cojimés*



**Nota:** Coordenadas geográfica del estuario de Cojimés mediante el programa Google Earth PRO

**Fuente:** (*Google Earth Pro*, 2022)

**Elaborado por:** Autores, 2022

#### 3.2 Diseño de la investigación

Este estudio se basa en un enfoque cuantitativo o de modelado, ya que se basa en la recopilación y análisis de datos que nos permitirán dar respuestas a preguntas y contrastar la hipótesis establecida. Además, el método cuantitativo establecido. Además, el enfoque

cuantitativo tiene como fundamento analizar los valores obtenidos durante el desarrollo de la investigación, los que nos permitirán sacar conclusiones sobre la investigación.

Este tipo de investigación presenta tres niveles: el descriptivo, en el que se realiza el análisis completo del lugar de estudio y que nos permite describir la calidad de agua, en el que se realizan pruebas cuantitativas para determinar parámetros trabajos fisicoquímico, en el que se obtienen los datos de los parámetros fisicoquímicos que se analizaran para obtener conclusiones de la investigación.

### **3.3 Muestreo**

La población de análisis fue el estuario del rio de Cojimíes en la Provincia de Manabí, en el que se realizó muestreos para determinar si las concentraciones de los diferentes parámetros pH (potencial de hidrogeno), temperatura, oxígeno disuelto, coliformes fecales (NMP/100ml), Turbidez (FAU), Solidos disueltos totales (mg/l), DBO5(Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda química de oxígeno), Fosforo (P-PO43-), Nitratos (N-N0-3), cumplen con los establecido en el ACUERDO MINISTERIAL 97-A.

### **3.4 Tipo de muestreo**

Se realizó un muestreo al azar, lo que nos permite establecer criterios de inclusión y de exclusión en la selección del muestreo.

**Criterio de inclusión:** Concentración de pH, temperatura, oxígeno disuelto, coliformes fecales Turbidez, Solidos disueltos totales, DBO5, DQO, Fosforo, Nitratos.

**Criterio de exclusión:** Condiciones ambientales

### **Selección de parámetros**

En base de diferentes estudios realizados a la fecha, a nivel nacional, sobre la influencia que tienen las camaroneras sobre la calidad del agua, se determinaron los siguientes parámetros fisicoquímicos; pH (potencial de hidrogeno), temperatura, oxígeno disuelto, coliformes fecales (NMP/100ml), Turbidez (FAU), Solidos disueltos totales (mg/l), DBO5(Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda química de oxígeno), Fosforo (P-PO43-), Nitratos (N-N0-3).

### **Muestreo de aguas**

El muestreo de agua del estuario de Cojimíes se realizó en 4 puntos. Donde se tomó 4 litros de agua superficial, estas muestreos de agua se trasladaron en cooler mantenido una temperatura no mayor a 8°C durante 24 horas, cada muestreo fue entregada en la Universidad Central del Ecuador, Facultad de ciencias Químicas en el área de OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS ÁREA AMBIENTAL ubicada en Quito, para la determinación de la concentración de Nitratos, DBO5, DQO, Fosfatos, Coliformes fecales y compuestos orgánicos en sedimentos.

También nitratos, turbidez, solidos suspendidos totales y oxígeno disuelto fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana campus Sur, facultad de Ingeniería Ambiental.

### **3.5 Muestreo de sedimentos**

Para la toma de muestreos de sedimentos se ubicó el punto de muestreo observando la zona con mayor acumulación de sedimentos finos. Donde se tomó la muestreo de una forma manual y se realizó el proceso del cuarteo para obtener una muestreo más homogenizada luego se tomó 500 gramos aproximadamente, finalmente se procede a empacarlos en fundas ziploc y

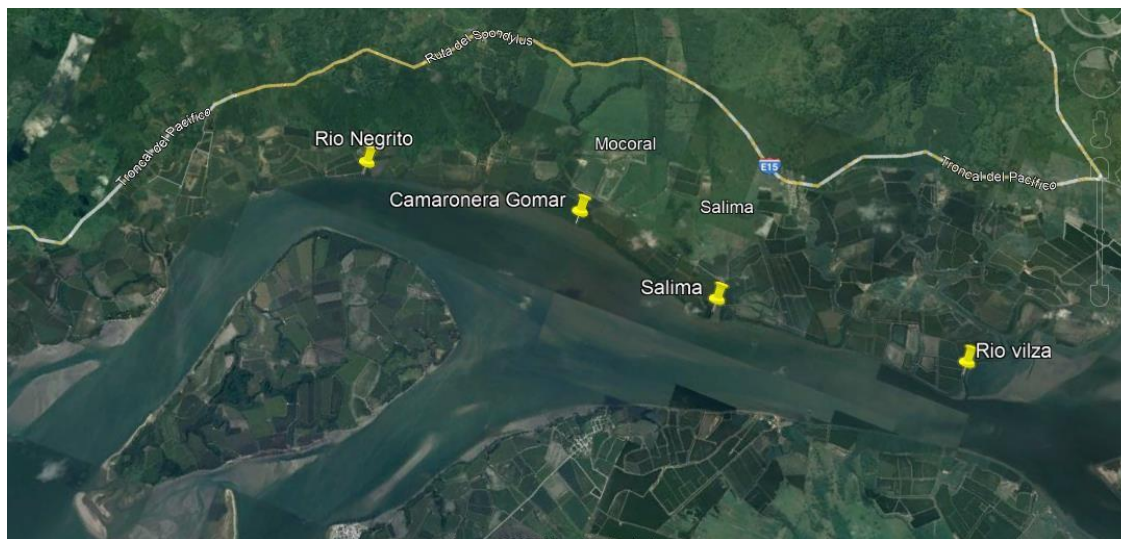
rotular con su respectivo código. (IDEAM, 2011)

**Tabla 4.**  
*Coordenadas de puntos de muestreo*

Punto de muestreo	Código de muestreos	Coordenadas geográficas	
1. Río Vilza	P1	-79.981369971938	0.29244708360456384
2. Salima	P2	-79.98563659738917	0.32931892773003235
3. Camaronera Gomar	P2	-	0.35253873483949477
		79.980595793000563	
4. Río Negrito	P4	-79.98493685069663	0.38462626153395946

**Elaborado por:** Autores, 2022

**Tabla 5.**  
*Punto de muestreo*



**Nota:** Puntos de muestreo a lo largo del estuario de Cojimies

Fuente: (*Google Earth Pro*, 2022)

**Elaborado por:** Autores, 2022

### **3.6 Campañas de muestreo**

Los muestreos se realizaron de forma manual mediante dos campañas de muestreo, El 10 de febrero del 2022 y 24 de mayo de 2022. Ambos muestreos se realizaron en condiciones de pleamar (marea alta) según (Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2022), y a las 09h30 y 09h00 respectivamente

### **3.7 Materiales y métodos Materiales:**

- Botellas de plástico de 4 L
- Cooler
- Fundas ziploc
- Guantes
- Botellas de vidrio ámbar de un litro
- Cámara fotográfica
- Hojas de registro
- Rotuladores

#### **Equipos:**

- Ph-metro
- Multiparámetro
- GPS Map Camara Lite

### **3.8 Métodos**

#### ***3.8.1 Determinación de parámetros físicos del agua***

Para la determinación de las variables in situ se utilizó un sensor multiparamétrico en el cual se usa distintas sondas para evaluar la conductividad eléctrica (mS/cm), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L). y para la determinación del pH se utilizó un ph- metro respectivamente calibrado.

#### ***3.8.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)***

La demanda química de oxígeno (DQO) indica la cantidad de compuesto oxidante en agua. Para determinar este parámetro, nos basamos en el método Estándar APHA 5220- D22, el que consiste en el precalentamiento del digestor unos 20 minutos antes del análisis, durante este tiempo se prepararon blancos: en un tubo de digestión, añadir 2,5 ml de agua destilada, 1,5 ml de solución de digestión (solución de bicromato de potásico, sulfato mercurico y ácido sulfúrico concentrado) y 3,5 ml de reactivo ácido sulfúrico (Ag<sub>2</sub>SO). Se homogeneizó y se tapó. Para los tubos de recogida se sigue el mismo procedimiento. Procedimiento anterior (Villacis & Vanderputten, 2019)

Luego se colocan los tubos con los patrones y estándares de control en un tanque de digestión precalentado a 150 °C durante 2 h. Después de tiempo, se dejó enfriar para su posterior lectura en un espectrofotómetro HACH a 400 nm a muestras naranjas y a 600 nm para muestras verdes. finalmente se ingresó los valores de absorbancia obtenidos en las muestras, en la curva estándar de Calibración DQO, descompuesto con ftalato de potasio para encontrar valores en concentración en ppm. A partir de la solución estándar de 500 mgO<sub>2</sub>/L, se prepararon los

estándares a concentración 50; 100; 200 y 250 mgO<sub>2</sub>/L.

### ***3.8.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)***

La demanda bioquímica de oxígeno se determinó por el método estándar APHA 5210 B, es un método de respirometría diseñado para analizar la presencia de materia orgánica en el agua. Este dispositivo determina la DBO cambiando presión dentro del matraz durante 5 días, porque durante este tiempo observamos la conversión del oxígeno consumido por los microorganismos en dióxido de carbono. En este tramo se introducen 32 ml de agua residual 53 en la botella ámbar de OxiTop, Se inserta un agitador y se añaden 10 gotas de inhibidor de nitrificación. Luego Agregue de 2 a 3 tabletas de hidróxido de sodio a la goma del cuello de la botella. Finalmente, se cierra la parte superior de la botella y se conecta el disco agitador a Botellas OxiTop dentro de la incubadora. La incubadora se ha mantenido Período de 5 días para comenzar a leer los datos de la unidad mg/L.(Villacis& Vanderputten, 2019)

### ***3.8.4 Turbidez***

La medida de la turbidez de las muestras de agua se realiza de acuerdo con Método nefelométrico estándar APHA 2130 B, utilizando turbidímetro donde los resultados se expresan en NTUs (Neuro Turbidity Units). Antes de homogeneizar las muestras de agua y las celdas llenas hasta la línea indicada, Finalmente, se coloca dentro de la rejilla de muestreo y comienza la medición. (Garcés Alvear, 2021)

### ***3.8.5 Solidos suspendidos totales***

En base al método estándar APHA 2540-D22 realizamos la separación partículas sólidas presentes en la muestra de agua. que la cápsula ha sido pesada previamente secado por 2 h a

105 °C y papel filtro. También se instaló un equipo de filtración al vacío compuesto por un matraz Kitasato y un embudo Buchner. él reservó papel de filtro en el embudo y se han vertido 50 ml de muestra y la bomba se enciende para arrancar filtro, el papel de filtro se quita con cuidado de la tolva y se transfiere a la horno 2 horas a 105°C. (Garcés Alvear, 2021)

$$SST = \frac{(P2 - P1) * 100}{v}$$

Dónde:

P2 = peso residuo seco

del filtrado (g)P1 = peso

cápsula (g)

V = volumen de la muestreo filtrada (ml)

### **3.8.6 Fosfatos**

La medición de fosfato se realizó de acuerdo con el método estándar APHA 500 - P, utilizando la prueba de fosfato de la marca MERCK. Antes de iniciar el análisis, Las muestras se filtraron y ajustaron a pH 0-10 con ácido sulfúrico. tomó 5ml Se preparó la muestra y se agregaron 5 gotas de reactivo PO -1, luego se mezcló y luego se agrega 1 microcucharadita de reactivo PO -2, agitando vigorosamente hasta La mezcla se disuelve por completo. Se deja reposar durante 5 minutos (el tiempo que reacción), luego la mezcla se transfirió a cubetas para mediciones adicionales en el fotómetro (Garcés Alvear, 2021) Los valores obtenidos fueron en unidades de mg/L.



### 3.8.7 Nitratos

Los nitratos se determinaron según el método estándar APHA 500-NO<sub>3</sub>-B, utilizando la prueba de nitrato marca MERCK. Antes de iniciar el análisis, las muestras fueron filtradas y ajustadas a pH 1-3 con ácido sulfúrico. En un tubo de ensayo seco se añaden ml de NO<sub>3</sub>-1, luego se añaden 0,5 ml de la muestra preparada y 0,5 ml de NO<sub>3</sub> -2. En este punto se tomaron precauciones ya que la reacción era exotérmica, luego se mezcló y se dejó reposar por 10 min (tiempo de la reacción), luego de lo cual se transfirió la mezcla a cubetas para posteriores mediciones en el fotómetro. (Garcés Alvear, 2021)

Los valores obtenidos fueron en unidades de mg/L.

### 3.8.8 Sedimentos

Para determinar la concentración de compuestos orgánicos semi volátiles, método que utiliza la técnica GC-MS; en forma de extracto preparado a partir de un sustrato de agua, aire, suelo y residuos sólidos. Clasificación de los compuestos orgánicos según La EPA se muestra a continuación en la gráfica:

**Tabla 6.**

*Concentraciones y clasificaciones de sedimentos*

Descripción	Abreviatura	Rango del puntos de ebullición	Compuestos
Compuestos orgánicos (gaseosos) muy volátiles	VVOCs	Desde <0 hasta 50-100°C	Propano, butano, diclorometano, etc

<b>Compuesto orgánicos volátiles</b>	VOCs	Desde <0 hasta 50-100°C a 240-260°C	Formaldehidos, D-limoneno, Tolueno, Etanol, etc
<b>Compuesto orgánicos semi volátiles</b>	SVOCs	Desde 240-260°C hasta 380-400°C	Pesticidas (DDT, Clordano) Plastificantes (esteres), Retardantes del fuego (PCBS), PAHs, etc

---

*Nota:* Clasificación de los compuestos orgánicos

**Fuente:** (Altamirano Pizarro, 2020)

**Elaborado por:**  
Autores, 2022

El método cubre, aproximadamente, alrededor de 100 compuestos; entre los cuales se encuentran el compuesto orgánico que deseamos analizar, en el presente trabajo. Los compuestos orgánicos semi volátiles (ORGANOCOLORADOS, ORGANOFOSFORADOS y CARBAMATOS).

Entre las condiciones que los analitos deben cumplir son:

- Tener un rango de masas entre 35 y 500 uma
- Utilizar 70 eV en modo de impacto electrónico
- Detección por el espectrómetro de masas, no deben requerir derivatización.

Después de limpiar el extracto, se introdujo en el sistema GC-MS y la separación de compuestos debe usar programación de temperatura; después de ser detectado por espectrometría de masas. (Altamirano Pizarro, 2020)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis e interpretación de resultados

En las siguientes tablas se calculará de acuerdo con cada muestreo (1 y 2) el índice de calidad de aguas.

**Tabla 7.**  
*Datos del muestreo 1*

		Muestreo 1 - (10/02/2022)											
Parámetros	Unidades	Punto 1			Punto 2			Punto 3			Punto 4		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 Coliformes fecales	NMP/100 ml	10	20	50	20	23	40	10	16	40	30	50	30
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 pH	pH	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,
		72	63	40	78	81	87	85	65	92	88	84	76
3 DBO <sub>5</sub>	mg/L	3,	3,	2,	2,	3,	3,	3,	2,	3,	3,	3,	4,
		00	33	33	67	00	33	00	67	33	67	33	00
4 Nitratos	mg/L	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
		8	9	8	8	9	8	4	3	5	7	6	8
5 Fosfatos	mg/L	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
		83	50	47	97	80	97	83	70	83	90	83	97
6 Temperatura	°C	3	0,	3,	3,	2,	3,	3	2	3	2,	2,	2,
			3	1	3	9	1				9	7	8
7 Turbidez	NTU	98	10	99	12	12	95	98	96	89	14	98	86
		,6	,1	,1	3,	0,	,4	,7	,5	,4	0,	,8	,6
8 Sólidos disueltos totales	mg/L	95	98	92	46	45	42	45	43	41	52	51	53
					5	0	0	0	7	5	7	8	0
9 Oxígeno disuelto	% Saturación	54	46	41	67	67	72	60	60	58	50	51	52
		,6	,6	,6	,6	,3	,6	,3	,5	,3	,2	,6	,6
		7	7	7	7	3	7	7	0	3	0	7	7

**Elaborado por:** Autores, 2022

En la **tabla 7.** Se observa los valores de las repeticiones que se hizo por punto, para luego sacar promedio general de cada parámetro y poder realizar el índice de calidad de agua “ICA”

**Tabla 8.***Índice de calidad de agua -Muestreo 1*

<b>ICA Muestreo 1</b>						
Parámetros	Unidades	Promedio	Subi	W <sub>i</sub>	$ICAa = \sum_{i=1}^n (Subi * W_i)$	
1	<b>Coliformes fecales</b>	NMP/100 ml	283	38	0,15	5,7
2	<b>pH</b>	pH	7,76	91	0,12	10,92
3	<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	3,14	63	0,1	6,3
4	<b>Nitratos</b>	mg/L	0,77	98	0,1	9,8
5	<b>Fosfatos</b>	mg/L	0,88	99	0,1	9,9
6	<b>Temperatura</b>	°C	2,68	60	0,1	6
7	<b>Turbidez</b>	NTU	104,54	5	0,8	4
8	<b>Sólidos suspendido totales</b>	mg/L	568	3	0,8	2,4
9	<b>Oxígeno disuelto</b>	% saturación	57	55	0,17	9,35
					ICA	64,37

**Elaborado por:** Autores, 2022

El resultado obtenido del Índice de Calidad de Agua de la muestreo 1 es de **64,37** (Regular) como se puede observar en la **tabla 8**. Según la clasificación del “ICA” propuesta por Brown la calidad del agua es poco contaminada.

**Tabla 9.**

*Datos del muestreo 2*

		Muestreo 2 - (24/05/2022)												
Parámetros	Unidades	Punto 1			Punto 2			Punto 3			Punto 4			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Coliformes fecales	NMP/100 ml	9	8	9	9	8	8	9	9	8	9	9	9
			8	9	4	6	8	2	7	5	4	1	2	8
2	pH	pH	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,	7,
			7	6	4	7	7,8	8	8	6	9	,	8	7
			2	3	0	8	1	7	5	5	2	8	4	6
3	DBO <sub>5</sub>	mg/L	1,	2,	1,	0,	0,	0,	1,	2,	1,	1	0,	0,
			2	3	5	9	1,0	9	3	6	4	,	9	9
			3	0	6	8	8	8	4	7	0	1	7	8
4	Nitratos	mg/L	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0	0,	0,
			8	9	8	8	9	8	6	6	6	,	6	8
									9	9	9	7		
5	Fosfatos	mg/L	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0	0,	0,	
			8	5	4	9	1,8	9	8	7	8	,	8	9
			3	0	7	7	0	7	3	0	3	9	3	7
6	Temperatura	°C	3	0,	3,	3,	2,	3,	3	2	3	2	2,	2,
				3	1	3	9	1				,	7	8
												9		
7	Turbidez	NTU	9	1	9	1	12	9	9	9	8	14	9	8
			8.	0	9,	2	0,	5	8,	6,	9,	0	8,	6,
			6	1	1	3	4	,	7	5	4	,	8	6
8	Sólidos disueltos totales	mg/L	1	1	9	3	39	4	2	1	9	9	1	1
			0	2	2	0	5	5	3	2	8	8	9	5
			0	9		7		6	0	8			0	6
9	Oxígeno disuelto	% saturación	5	5	6	6	6	7	6	6	5	5	5	5
			4,	9,	7,	7,	7,	2,	0,	0,	8,	0,	1,	2,
			6	9	8	6	3	6	3	5	3	2	6	6
			7	0	0	7	3	7	7	0	3	0	7	7

**Elaborado por:** Autores, 2022

En la **tabla 9.** Se observa los valores de las repeticiones que se hizo por punto,

para luego sacar promedio general de cada parámetro y poder realizar el índice de calidad de agua “ICA”

**Tabla 10.**

*Índice de calidad de agua - Muestreo 2*

<b>ICA Muestreo 2</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Promedio</b>	<b>Su b<sub>i</sub></b>	<b>W i</b>	$ICAa = \sum_{i=1}^n (Subi * Wi)$	
<b>1</b>	Coliformes fecales	NMP/100 ml	92	50	0,1 5	7,5
<b>2</b>	pH	pH	7,76	91	0,1 2	10, 92
<b>3</b>	DBO <sub>5</sub>	mg/L	1,42	85	0, 1	8,5
<b>4</b>	Nitratos	mg/L	0,77	98	0, 1	9,8
<b>5</b>	Fosfatos	mg/L	0,88	99	0, 1	9,9
<b>6</b>	Temperatura	°C	2,68	60	0, 1	6
<b>7</b>	Turbidez	NTU	104,54	5	0, 8	4
<b>8</b>	Sólidos suspendidos totales	mg/L	198,25	3	0, 8	2,4
<b>9</b>	Oxígeno disuelto	% saturación	60,3	68	0,1 7	11, 56
					<b>IC A</b>	<b>70, 58</b>

**Elaborado por:** Autores, 2022

El resultado obtenido del Índice de Calidad de Agua de la muestreo 2 es de **70,58** (Regular) como se puede observar en la **tabla 10**. Según la clasificación del “ICA” propuesta por Brown la calidad del agua es poco contaminada

## 4.2 Comparación con la Normativa de límites permisibles

**Tabla 11.**

*Comparación de parámetros VS. Normativa Ambiental*

PARAMETROS	UNIDAD ES	Muestr eo 1	Muestr eo 2	Muestreo No Contamina do	V S.	Límites
						máximos admisibles
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	283	92	100		20 0
Ph	pH	7,76	7,76	7,45		6,5-9,5
DBO5	mg/L	3,14	1,42	1,59		-
Nitratos	mg/L	0,77	0,77	0,56		0, 2
Fosfatos	mg/L	0,88	0,88	0,65		-
Temperatura	°C	2,68	2,68	27		Condicione s naturales +3
Turbidez						
Condición natural (						
Valor de fondo) más						0- 50
5%	NTU	104,54	104,54	110,50		50-100
10%						10 0
20%						
SST	mg/L	568	198,25	179,50		-
OXIGENO	%	57	60,3	57,34		>6 0
DISUELTO	saturación					

**Fuente:** (097A, 2017) (NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y  
DESCARGA DEEFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1,  
2011)

**Elaborado por:** Autores, 2022

En la **tabla 11**. Se observa la comparación de los límites permisibles según la normativa ambiental del Ecuador (Libro VI, Anexo 1 – AM 097-A) versus el promedio general de los parámetros del muestreo 1, muestreo 2 y muestreo no contaminado.

En el muestreo 1 los parámetros que sobrepasan los límites permisibles son coliformes fecales con 283 NMP/100ml y nitratos con 0,77 mg/l

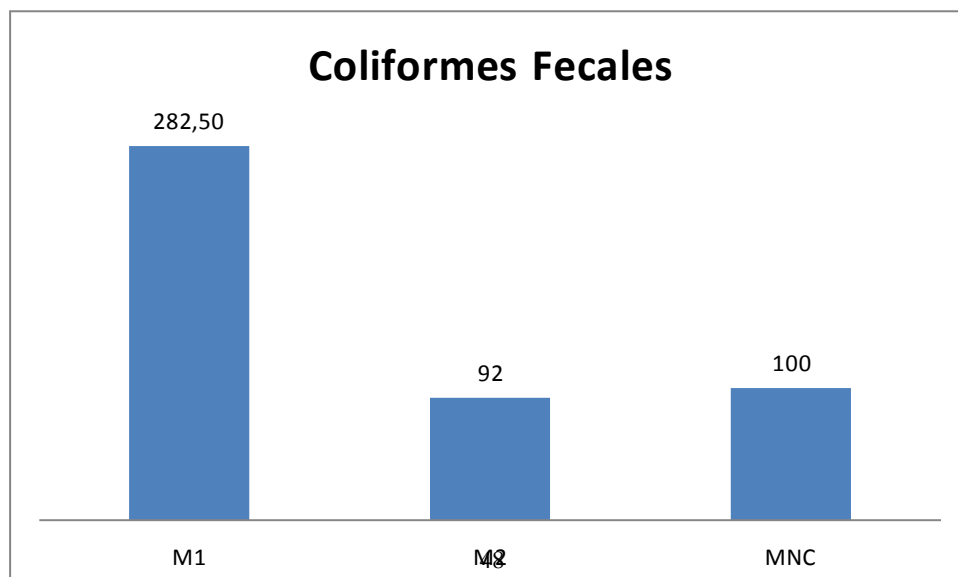
En el muestreo 2 el parámetro que sobrepasa el límite permisible son nitrato con 0,77 mg/l.

En el muestreo aparentemente no contaminado el parámetro que sobrepasa el límite permisible son los nitratos con 0,56 mg/l

#### **4.3 Comparación de parámetros entre zona alterada y zona no alterada**

Para la comparación de los parámetros de calidad de agua se tomó los promedios de la muestreo 1 y muestreo 2 versus el promedio de dos puntos de una zona aparentemente nocontaminada

**Figura 7.**  
*Comparación de coliformes fecales*





**Elaborado por:** Autores, 2022

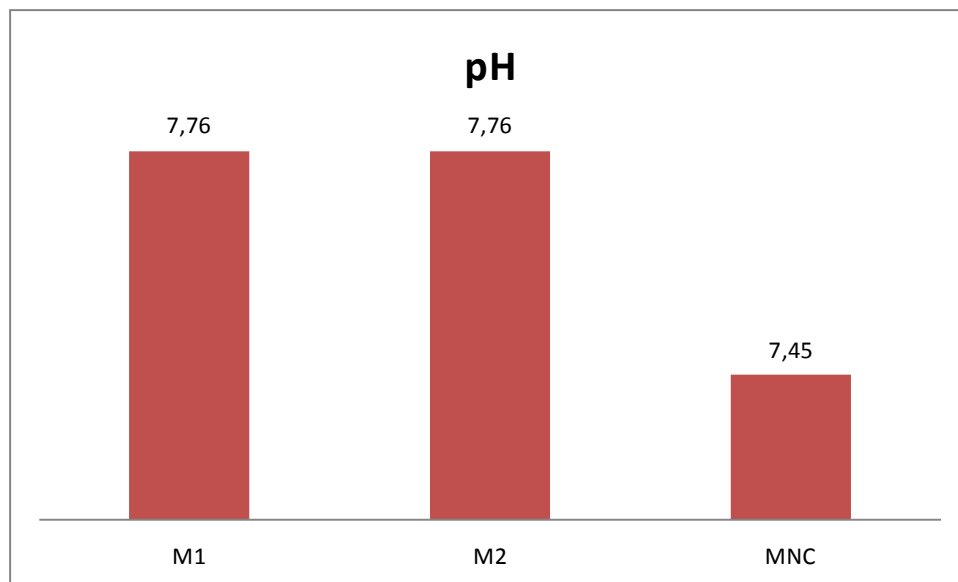
En la **figura 7**. Se observa que el muestreo 1 tiene una concentración de 282,50 NMP/100 ml sobrepasando los límites permisibles, mientras que el muestreo 2 se obtuvo una concentración de 92 NMP/100 ml y para la zona aparentemente no alterada una concentración de 100 NMP/100 ml las cuales están dentro de los límites permisibles.

#### **Análisis estadístico**

En la **figura 7**. La comparación de los muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F que es 21,66 significa que es mayor a 0.05, por lo que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alternativa se rechaza.

#### **Figura 8.**

*Comparación de Potencial de Hidrogeno (pH)*



**Elaborado por:** Autores, 2022

En la **figura 8**. Se observa que para las zonas alteradas (muestreo 1 y muestreo 2) se obtuvo un pH de 7,76 mientras que para muestreo aparentemente no contaminado el pH es de 7,45. La variación no es significativa. Ninguna de los tres muestreos sobrepasan el límite permisible

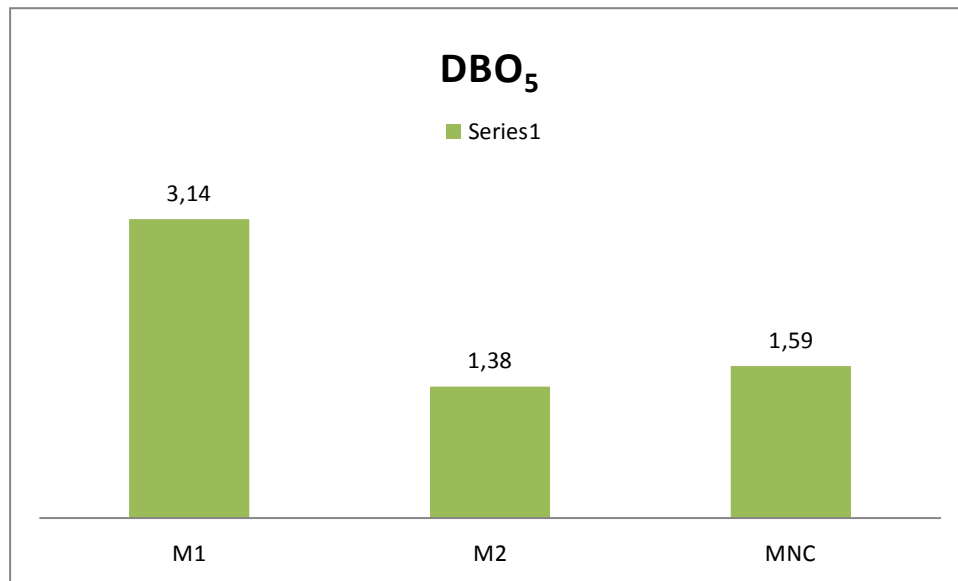
#### **Análisis estadístico**

En la **figura 8**. La comparación de los muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes

el valor de F 0 eso significa que no hay variación de pH

**Figura 9.**

*Comparación de Demanda Biológica de Oxígeno 5*



**Elaborado por:** Autores, 2022

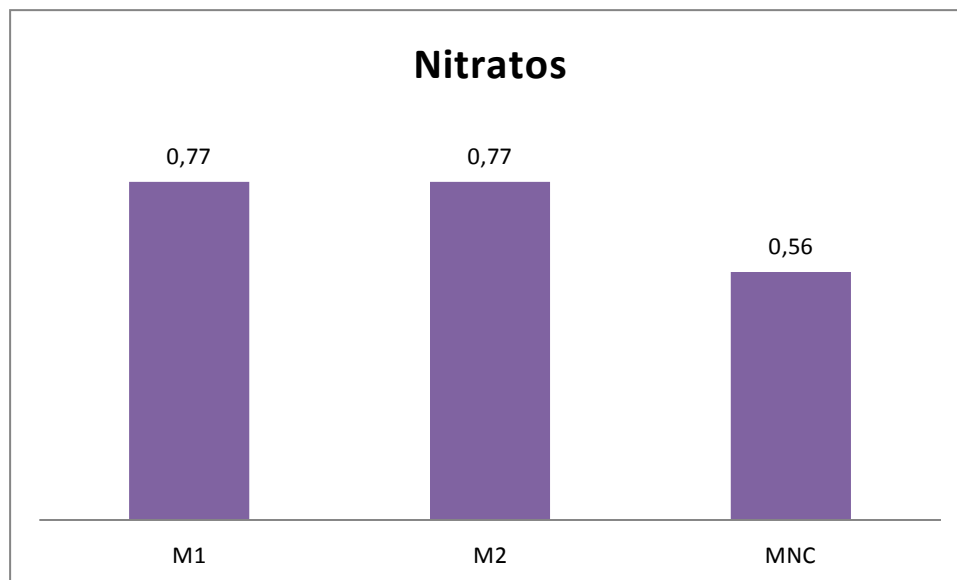
En la **figura 9**. Se obtuvo un concentración mayor de 3,14 mg/l en la muestreo 1, en la muestreo 2 con una concentración de 1,38 mg/l y para la muestreo aparentemente no alertada 1,59 mg/l.

**Análisis estadístico**

En la **figura 9**. La comparación de los muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F que es 7.47 significa que es mayor a 0.05, por lo que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alternativa se rechaza.

**Figura 10.**

*Comparación de Nitratos*



**Elaborado por:** Autores, 2022

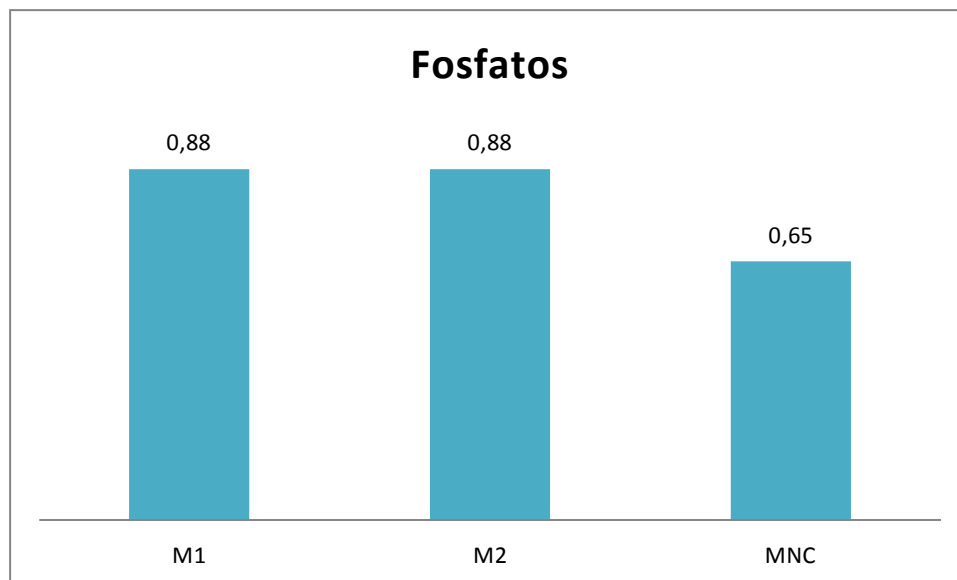
En la **figura 10.** Se observa que muestreo 1 y muestreo 2 tiene una concentración similar de 0,77 mg/l sobrepasando los límites permisibles. Mientras que para la muestreo aparentemente no contaminada se obtuvo una concentración de 0,56 mg/l

### **Análisis estadístico**

En la **figura 10.** La comparación de las muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F 0 eso significa que no hay variación de nitratos

**Figura 11.**

*Comparación de Fosfatos*



**Elaborado por:** Autores, 2022

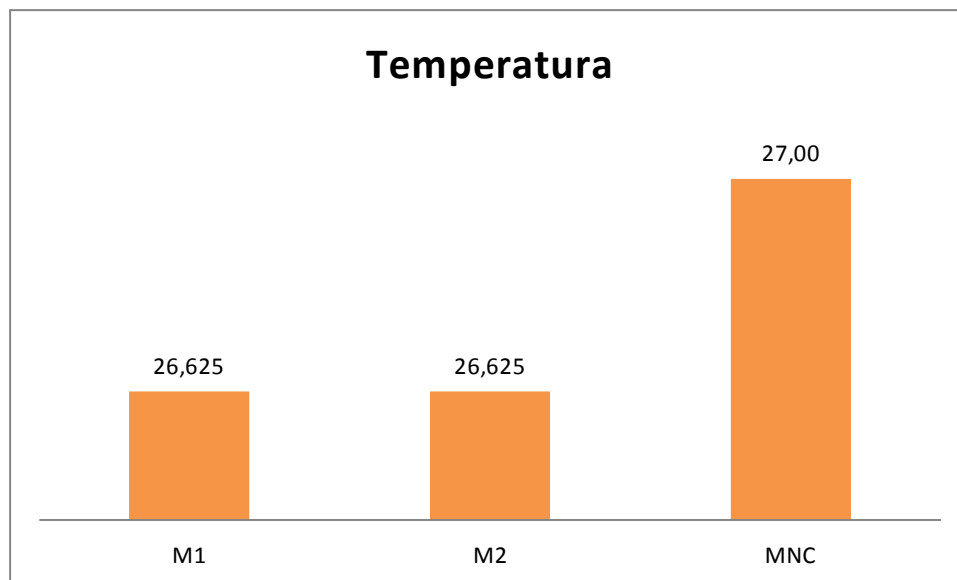
En la **figura 11**. La concentración de fosfatos es similar para la muestra 1 y muestra 2 con un valor de 0,88 mg/l. Mientras que para la muestra aparentemente no contaminada el valor es de 0,65 mg/l.

### **Análisis estadístico**

En la **figura 11**. La comparación de los muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F 0 eso significa que no hay variación de fosfatos

**Figura 12.**

*Comparación de Temperatura*



**Elaborado por:** Autores, 2022

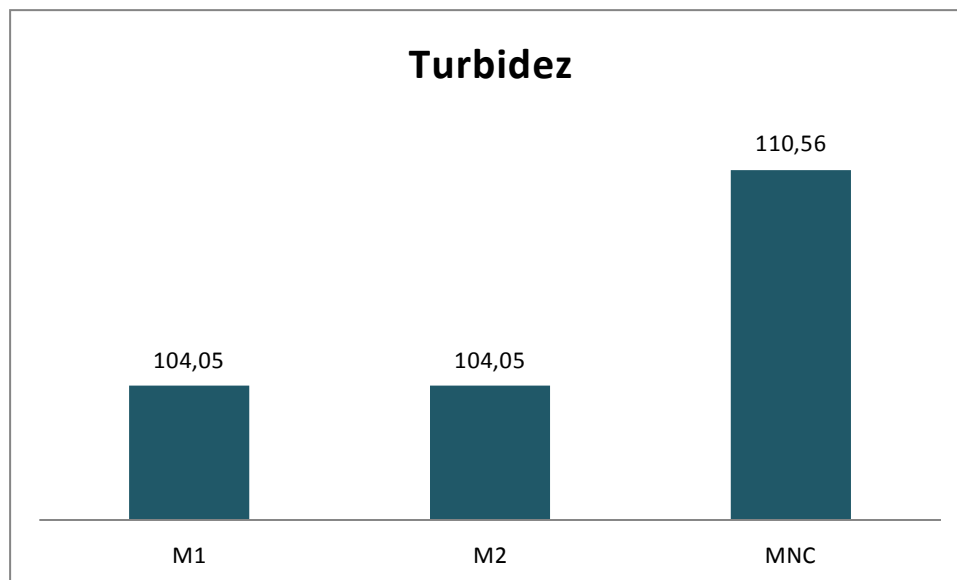
En la **figura 12.** Se obtienen temperaturas similares en el muestreo 1 y muestreo 2 con un valor de 26,625°C y para el muestreo aparentemente no contaminada una temperatura de 27 ° C . Los tres muestreos se encuentran dentro de los límites permisibles.

### **Análisis estadístico**

En la **figura 12.** La comparación de los muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F 0 eso significa que no hay variación de temperatura

**Figura 13.**

*Comparación de Turbidez*



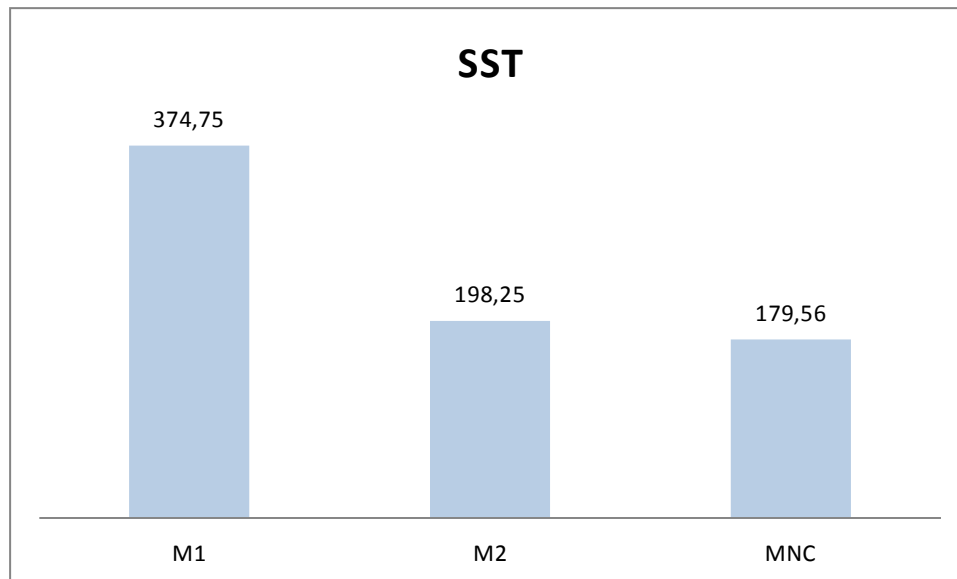
**Elaborado por:** Autores, 2022

En la **figura 13**. La turbidez es igual en la muestreo 1 y muestreo 2 con un valor 104,05 NTU y para la muestreo aparentemente no contaminada un valor de 110,56 NTU.

#### **Análisis estadístico**

En la **figura 13**. La comparación de las muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F 0 eso significa que no hay variación de turbidez

**Figura 14.**  
*Comparación de Sólidos Suspendidos Totales*



**Elaborado por:** Autores, 2022

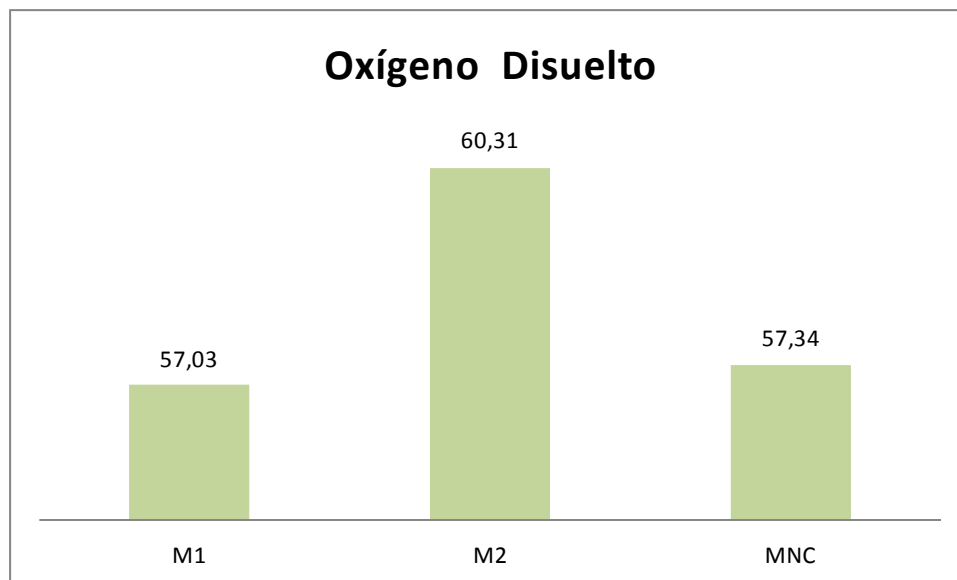
En la **figura 14.** Se observa una que la muestra 1 tiene una concentración de 374,75 mg/l mayor en comparación a la muestra 2 con un valor de 198,25 mg/l y a la muestra aparentemente no contaminada con un valor de 179,56 mg/l.

#### **Análisis estadístico**

En la **figura 14.** La comparación de las muestras que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F que es 8.22 significa que es mayor a 0.05, por lo que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alternativa se rechaza.

**Figura 15.**

Comparación de oxígeno disuelto



**Elaborado por:** Autores, 2022

En la **figura 15**. Se observa una mayor concentración en el muestreo 2 con un porcentaje de saturación de 60,31% a diferencia del muestreo 1 con 57,0,3% y del muestreo aparentemente no contaminado con 57,34%.

### **Análisis estadístico**

En la **figura 15**. La comparación de las muestreos que fueron tomadas en dos meses diferentes el valor de F que es 0.95 significa que es mayor a 0.05, por lo que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alternativa se rechaza.



#### 4.4 Análisis de biodegradabilidad

Inicie de biodegradabilidad

Índice de biodegradabilidad	
Muestreo 1	1.59
Muestreo 2	2.97

Elaborado por: Autores, 2022

En la **tabla 16**. Se observa el índice de biodegradabilidad aplicando la relación entre DQO y DBO<sub>5</sub> dando como resultado la muestreo 1 es muy biodegradable y la muestreo 2 degradable

#### 4.5 Análisis de compuestos orgánicos en sedimentos

El Anexo 1 muestreo la concertación de compuestos orgánicos (organoclorados, organofosforados y carbamatos) analizado en una muestreo compuesta de sedimentos. Dando como resultado organofosforados (mg/Kg) < 0,10 – carabamatos (mg/Kg) <0,5 y organoclorados (mg/Kg) < 0,10.

## 4.6 Discusión

En este estudio realizado en el estuario de Cojimíes en 2022 los parámetros (turbidez, nitratos, fosfatos, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales y pH) evaluados no superaron los límites permisibles a excepción de los coliformes fecales. De acuerdo a la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES:

RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1, (2011) el límite máximo de coliformes fecales permisibles para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios es de 200NMP/100 ml.

Según Yáñez Flores, (2018) La presencia de nitratos en agua suele indicar una contaminación de carácter fecal reciente. En aguas superficiales la concentración no supera los 0,100 mg/l. El límite permisible de nitritos para preservación de vida acuática es de 0,2 mg/l, según la tabla 2 del Anexo 1 del TULSMA. Y de acuerdo a nuestros resultados 0.77 mg/l se concluye que si supera los límites permisibles.

Las concentraciones registradas en los dos meses (febrero y mayo) no tuvieron gran diferencia y los valores obtenidos se encuentran dentro de los LMP, esto puede deberse a las condiciones climáticas en la que se realizó los muestreos. Ya que cuando la marea esta baja las concentraciones son elevadas mientras que cuando la marea está alta la concentraciones bajan, por el hecho de que el mar se depura por sí solo. Esto que confirma con el trabajo de Delgado, (2015) que observó que cuando la marea es baja la concentraciones aumentan.

Basada en el criterio de Índice de Calidad propuesta por Brown el agua de estuario de Cojimíes tiene una categoría regular (VALOR) lo que nos dice que es poco contaminada. Según Eco costas, (2007) el estuario de Cojimíes se ha visto afectado por el desarrollo de camaroneras

ocupando 14000 ha. y relativamente va mermando la abundancia en el interior del estuario. A pesar de que el índice de calidad es regular (poco contaminado), es evidente que el estuario de Cojimés hay pulsos de contaminación.

Los compuestos orgánicos analizados en sedimentos no presentaron altas concentraciones debido a que los fertilizantes y pesticidas (Cyperpac y Liptocito-G) que utilizan los camareros son de origen orgánico y tienden a volatilizarse rápidamente. Según Lara- Martín et al., (2005) la concentraciones para que sean elevadas se debe tomar en la superficie del sedimento ya que conforme las muestreo se profunda se evaporara.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Se determinó que el (ICA) obtenido en los dos muestreos realizados y para los 4 puntos en el Estuario de Cojimíes se categoriza como “Regular” con un valor de 64.37 para la primer muestreo y 70.58 para la segundo muestreo.

Los parámetros oxígeno disuelto, pH, DBO5, fosfatos, temperatura y solidos suspendidos totales cumplen con la normativa y los siguientes coliformes fecales (283 NMP/100) y nitratos (0.77 mg/L) no cumplen con los valores máximos permisibles en el TULSMA

Se determinó la relación DQO/DBO5 mediante el índice de degradabilidad con un resultado de 1.59 en el primer monitoreo y 2.97 en el segundo monitoreo los cuales se encuentran dentro del rango de biodegradabilidad, en base al resultado obtenido se concluye que los 4 puntos de descarga analizados no existen impacto en la calidad de agua del estuario de Cojimíes.

Se terminó los niveles de contaminación en los puntos de descarga utilizando una muestreo de sedimento en la cual se determinó los siguiente valores organofosforados (mg/Kg) < 0,10 – carbamatos (mg/Kg) <0,5 y organoclorados (mg/Kg) < 0,10

Correspondientes a compuestos orgánicos, estos valores se encuentran dentro de las especificaciones establecidas por la normativa Ecuatoriana INEN, por lo tanto, los sedimentos no se encuentran afectados por la presencia de compuestos orgánicos.

En vista de los resultados obtenidos se pudo observar que según los límites máximos permisibles del Ecuador las actividades camaroneras no afectan la calidad del agua en el estuario estudiado.

## **5.2 Recomendaciones**

Para realizar un muestreo en un estuario la logística es muy importante ya que la recolección de muestreos se debe realizar en bajamar (marea baja), y esto resulta un poco difícil ya que al momento de transportarse dentro del estuario lo que es recomendable usar botes manuales.

Realizar el muestreo en horas que este la marea baja ya que los contaminantes se encuentran en mayor concentración en cambio en marea alta las concentraciones de los contaminantes disminuye y no se obtendrá datos significativos en los análisis.

Por el alcance que tuvo este estudio solo se determinó parámetros básicos de la calidad del agua, por lo que es recomendable realizar un estudio más detallado del estuario.

Realizar un análisis de hidrocarburos porque este estuario es un medio de transporte para la población y embarcaciones pesqueras las cuales descargan accidentalmente los residuos de combustibles.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- 097A, A. M. (2017). *Acuerdo\_Ministerial\_97a.Pdf*.
- Abril Díaz, N., Bárcena Ruiz, A., Fernández Reyes, E., Cejudo, A. G., Novo, J. J., Peinado, J. P., Meléndez-Valdés, F. T., & Fiñana, I. T. (n.d.). Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. *SAE Technical Papers*, 1–8. <https://doi.org/10.4271/841496>
- Agencias de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2021). *Los Estuarios*. <https://espanol.epa.gov/espanol/los-estuarios>
- Altamirano Pizarro, P. C. (2020). *Implementación del método EPA 8270D para el análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), en matrices de aguas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Análisis volumétrico – Titulación – Indicadores ácido / base*. (n.d.). 1–21.
- Aparicio, E. G. C. (2017). Técnicas colorimétricas. *Visión Criminológica-Criminalística*, 5(18), 18–23. [http://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1703/articulos/Articulo08\\_Tecnicas\\_colorimetricas.pdf](http://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1703/articulos/Articulo08_Tecnicas_colorimetricas.pdf)
- Argandoña, L., y Macías, R. (2013). *Determinación de sólidos totales, suspendidos, sedimentados y volátiles, en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, durante el período de marzo a septiembre 2013*. 1–211. [http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/137/1/DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES%2C SUSPENDIDOS%2C SEDIMENTADOS Y VOLATILES.pdf](http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/137/1/DETERMINACION%20DE%20SOLIDOS%20TOTALES%20SUSPENDIDOS%20SEDIMENTADOS%20Y%20VOLATILES.pdf)
- Atilio de la Orden, E. (2010). SERIE DIDÁCTICA REALIZADA PARA ALUMNOS DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA INGENIERÍA DE PAISAJE FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNCa. *Facultad de Ciencias Agrarias UNCa., Contaminación*, 34. [http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione on line/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf](http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20online/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf)
- Bravo Aguas, Y. M. (2018). *VALORACIÓN ECONÓMICA DE MANGLARES DEL SUR DE LA RESERVA (REMACAM) PRÓXIMOS A CAMARONERAS MEDIANTE EL MÉTODO DE REPOSICIÓN DE DAÑO*.

- Chango, A., & Nacimba, N. (2015). *Propuesta De Un Plan De Monitoreo De Estuarios Y Evaluación De Calidad Del Agua. Caso De Estudio: Estuario De La Subcuenca Del Río Atacames*. 25.
- Cifuentes, O., Escudero, D., Medus, S., y Bohn, A. (2013). Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química Oxígeno (DQO) en descargas antrópicas vertidas a un estuario. *Contaminación Atmosférica e Hídrica En Argentina. Tomo II. Contribuciones Del IV Congreso PROIMCA y II Congreso PRODECA, 2013*, 131–147. [http://sicyt.scyt.rec.utn.edu.ar/scyt/proimca/LIBRO\\_COMPLETO\\_2013.pdf](http://sicyt.scyt.rec.utn.edu.ar/scyt/proimca/LIBRO_COMPLETO_2013.pdf)
- Cromatografía de gases*. (n.d.).
- de Fernícola, N. A. (1985). Toxicología de los insecticidas organoclorados. *Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana*, 98(1), 10–19.
- Delgado, J. (2015). Fuentes de contaminación y calidad de agua en un tramo del estuario del río Chone, Bahía de Caráquez -2014. *Universidad de Guayaquil*, 89.
- Ecocostas. (2007). *Análisis de Amenazas a la Biodiversidad en el Estuario de Cojimies*. 38 pp. [http://www.ecocostas.org/success/images/documentos/1235802355\\_Análisis Amenazas Biodiversidad.pdf](http://www.ecocostas.org/success/images/documentos/1235802355_Análisis Amenazas Biodiversidad.pdf)
- Garcés Alvear, M. F. (2021). “EFECTO DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL RÍO AMBATO.” In *Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato* (Vol. 593, Issue 03).
- García-González, J., Osorio-Ortega, M. A., Saquicela-Rojas, R. A., y Cadme, M. L. (2021). Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Ingeniería Del Agua*, 25(2), 115. <https://doi.org/10.4995/ia.2021.13921>
- Google Earth Pro*. (2022).
- IDEAM. (2011). Instructivo De Toma Y Preservación De Muestras Sedimentos Y Agua Superficial Para La Red De Monitoreo De Calidad Del Ideam. <http://Sgi.Ideam.Gov.Co/Documents/412030/35488871/M-S-LC-1004+INSTRUCTIVO+DE+TOMA+Y+PRESERVACI%C3%93N+DE+MUESTREOS+SEDIMENTOS+Y+AGUA+SUPERFICIAL+PARA+LA+RED+DE+MONITOREO+DE+CALIDAD+DEL+IDEAM+v3.Pdf/477bbe4a-5825-49c8-9961-10805a3c2288?Version=1.0>.

- Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada. (2022). *Tabla de mareas puertos del Ecuador*. <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas>
- Lara-Martín, P. A., Gómez-Parra, A., Petrovic, M., Barceló, D., & González-Mazo, E. (2005). Distribución de contaminantes orgánicos en sedimentos costeros de la Bahía de Cádiz (SO de España). *Ciencias Marinas*, 31(1 B), 203–212. <https://doi.org/10.7773/cm.v31i12.95>
- LEÓN CARRASCO, M. G. (2014). “DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CONGÜIME Y DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA ZONA CRÍTICA ESTABLECIDA MEDIANTE EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA BROWN) EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE CANTÓN PAQUISHA. In *Implementation Science* (Issue 1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025><http://dx.doi.org/10.1038/nature10402><http://dx.doi.org/10.1038/nature21059><http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127><http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577><http://>
- Linde, A. (2011). Cromatografía de gases. *Cromatografía*, 1–44. [https://www.linde-gas.es/es/images/Cromatografía de gases 19107-01\\_tcm316-120150.pdf](https://www.linde-gas.es/es/images/Cromatografía%20de%20gases%2019107-01_tcm316-120150.pdf)
- Miranda, E., y Martín, O. (2015). Cromatografía Líquida. *Amphetamine, MDMA, Metamphetamine*, 10. <https://www.drugbank.ca/drugs/DB00182><https://www.drugbank.ca/drugs/DB00182>
- Molina Flores, L. M. (2015). *Análisis De Calidad Del Agua En El Sector Urbano Del Malecón De Manta, Provincia De Manabí. Trabajo*.
- NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1. (2011). Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes : Recurso Agua. *TULAS Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente*, 8–9.
- Ortiz, S. (2021). “*Efectos de la producción camaronesa sobre la calidad del agua de estuarios con manglares en la provincia de Esmeraldas.*” [https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2709/1/Ortiz Delgado Sergio Ferney.pdf](https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2709/1/Ortiz%20Delgado%20Sergio%20Ferney.pdf)
- Prado, E. (2015). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador ESTADO DE LA CALIDAD*



*DEL AGUA DEL RÍO TEAONE (CUENCA BAJA) ENTRE LA TERMOELÉCTRICA Y LA DESEMBOCADURA DEL RÍO ESMERALDAS, SECTOR DE LA PROPICIA 1. PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE.*

- Quezada, C. (2020). “ *Evaluación De La Calidad Del Agua Del Estero Salado Del Sector Comprendido, Entre Los Puentes El Velero Y Ecológico .*” 89. repositorio UG
- QUIMICA. ES. (2021). *Carbamatos*. <https://www.quimica.es/enciclopedia/Carbamato.html>
- Quito, J. O. (1999). *NTP 512 : Plaguicidas organofosforados ( I ): aspectos generales y toxicocinética. I.*
- Sánchez de Fuentes, J. (2001). V-100 - El fósforo, parámetro crítico de calidad de agua. Técnicas analíticas y de muestreo. *XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1*, 1–9.
- Solano, J. (2013). Simulación, Evaluación Y Diagnóstico De La Contaminación De Las Aguas Del Río Guayas, Desde El Extremo Sur Del Malecón 2000 (2° 12’ Latitud Sur) Hasta El Estero Cobina (2° 15’ 30” Latitud Sur), Aplicando El Modelo Exams Y Recomendaciones. In *Universidad de Guayaquil* (Issue PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRA DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA).
- Solis Garza, G., Villalba Atondo, A. I., Ortíz, G. N., Del Castillo Alarcón, J. M., y Meraz Acosta, F. A. (2011). Vista de FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTO EN EL RÍO SANTA CRUZ, SONORA, MÉXICO.pdf. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud, XIII, 7.*  
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/74/68>
- Streitenberger, M. E., & Baldini, M. D. (2016). Aporte de los afluentes a la contaminación fecal del estuario de bahía blanca, argentina. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental, 32*(2), 243–248. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.02.10>
- Vargas, A. E. C. (2015). *EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS DEL ESTERO SALADO, SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL- ECUADOR, AÑO 2015.* Universidad de Guayaquil.
- Villacis, W., y Vanderputten, H. (2019). *Aplicación de Producción Más Limpia al Sector*

*de Embotellado de una Industria Cervecera Ecuatoriana.* 33, 12.

Vizcaíno, L. F. L. (1974). Indices de Calidad del Agua (ICA), Forma de Estimarlos y Aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala. *Water Resources*, 1971, 36.

<http://goo.gl/Tr4Ty>

Yáñez Flores, S. G. (2018). *Trabajo De Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental.*

Zambrano Hidalgo, D. (2010). *Evaluación Y Análisis De La Calidad Del Agua Del Estuario Del Río Guayas.* 108. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/1183/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-27.pdf>

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de compuestos orgánicos en sedimentos



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**  
**ÁREA AMBIENTAL**  
**INFORME DE RESULTADOS**

INF. N°: 2022

SOLICITADO POR <sup>1</sup> :	SARANGO MENDEZ VALERIA ADEGAIL		
DIRECCION DEL CLIENTE <sup>2</sup> :	PICHINCHA / QUITO / AV. SOLANDA Y CALLE LUIS BELTRAN		
MUESTRA DE <sup>3</sup> :	SEDIMENTO		
DESCRIPCIÓN <sup>4</sup> :	MUESTRA COMPLETA DE DESCARGA		
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/5/2022	HORA DE RECEPCIÓN:	15H12
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 25/05/2022 AL 03/06/2022		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	6/6/2022		
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>			
CARACTERÍSTICA:	GRIS	ESTADO:	SÓLIDO
		CONTENIDO:	500 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al DSP.		

**INFORME**

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
<b>CARBAMATOS</b>				
ALDICARB SULFONE	mg/Kg	< 0,5	EPA 8270 D /CROMATOGRAFIA DE GASES MASAS	-
ALDICARB SULFOXIDO	mg/Kg	< 0,5		-
ALDICARB	mg/Kg	< 0,5		-
CARBOFURAN 3 HIDROXI	mg/Kg	< 0,5		-
1 NAFTALENOL	mg/Kg	< 0,5		-
METHOMYL	mg/Kg	< 0,5		-
PROPOXUR	mg/Kg	< 0,5		-
CARBOFURAN	mg/Kg	< 0,5		-
CARBARYL	mg/Kg	< 0,5		-
METHIOCARB	mg/Kg	< 0,5		-
<b>ORGANOCORADOS</b>				
ALFA-BCH	mg/Kg	< 0,10	EPA 8270 D MODIFICADO CROMATOGRAFIA DE GASES MASAS	-
BETA-BCH	mg/Kg	< 0,10		-
GAMMA-BCH	mg/Kg	< 0,10		-
DELTA-BCH	mg/Kg	< 0,10		-
HEPTACHLOR	mg/Kg	< 0,10		-
ALDRIN	mg/Kg	< 0,10		-
HEPTACHLOR EPOXIDO iso b	mg/Kg	< 0,10		-
GAMMA CHLORDANO	mg/Kg	< 0,10		-
ENDOSULFAN I	mg/Kg	< 0,10		-
ALFA CHLORDANO	mg/Kg	< 0,10		-
4,4' DDE	mg/Kg	< 0,10		-
DDELDIN	mg/Kg	< 0,10		-
ENDRIN	mg/Kg	< 0,10		-
ENDOSULFAN II	mg/Kg	< 0,10		-
4,4' DDD	mg/Kg	< 0,10		-
ENDRIN ALDEHIDO	mg/Kg	< 0,10		-
ENDOSULFAN SULFATO	mg/Kg	< 0,10		-
4,4 DOT	mg/Kg	< 0,10		-
ENDRIN CETONA	mg/Kg	< 0,10		-
METOXYCHLOR	mg/Kg	< 0,10		-



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
**ÁREA AMBIENTAL**  
**INFORME DE RESULTADOS**

INF.N°: 2021

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
<b>ORGANOFOSFORADOS</b>				
o,o,p-TRIEETILFOSFOTHIÓNATO	mg/kg	< 0,10	EPA 8270 D MODIFICADO CROMATOGRÁFIA DE GASES MASAS	--
THIDIAZIN	mg/kg	< 0,10		--
DEMETON D	mg/kg	< 0,10		--
SULFOTEP	mg/kg	< 0,10		--
PHORATE	mg/kg	< 0,10		--
DEMETON S	mg/kg	< 0,10		--
DIMETHOATE	mg/kg	< 0,10		--
DIAZINON	mg/kg	< 0,10		--
DISULFOTON	mg/kg	< 0,10		--
METIL PARATHION	mg/kg	< 0,10		--
MALATHION	mg/kg	< 0,10		--
PARATHION	mg/kg	< 0,10		--
ETHION	mg/kg	< 0,10		--
FAMPHUR	mg/kg	< 0,10		--
AZINPHOS METIL	mg/kg	< 0,10		--

\* DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD

### Anexo 2. Punto de muestreo



### **Anexo 3. Toma de muestreos de aguas**



### **Anexo 4. Medición de Oxígeno Disuelto**



### **Anexo 5. Toma de muestreo de agua**





## **Anexo 6. Muestreo de sedimentos**



## **Anexo 7. Medición de pH y oxígeno disuelto**



**Anexo 8. medición de turbidez**



**Anexo 9. Muestreo de aguas**



**Anexo 10. Medición de temperatura**



**Anexo 11. análisis de parámetros químicos**



**Anexo 12. análisis de solidos suspendidos totales**



**Anexo 13. Muestras analizar en el laboratorio de la UPS campus sur**







**Anexo 14. Análisis de oxígeno disuelto**