



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**MAESTRÍA EN QUÍMICA APLICADA**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL, SECTOR LA PLAYITA DEL GUASMO EN LA  
COOPERATIVA SAN FELIPE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL AÑO 2021**

**AUTOR**

**Q.F. RICARDO JOSÉ SUÁREZ PELÁEZ**

**DIRECTOR TFM: PhD. LUIS ERNESTO TROCCOLI GHINAGLIA**

**MILAGRO, 18 DE MARZO DEL 2022**

**ECUADOR**

## ACEPTACIÓN DE TUTORÍA

Por medio de la presente, hago constar que he analizado el proyecto de grado de Ricardo José Pelaez Suarez, para optar al título de Magister en Química Aplicada y que acepto asesorar al estudiante, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

En Milagro a los 15 días del mes de octubre del 2021.



-----  
LUIS TROCCOLI GHINAGLIA PhD

C.I. 0962410494

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El autor de esta investigación declara ante el Comité Académico del Programa de Maestría en Química Aplicada de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los 18 días del mes de marzo del 2022



---

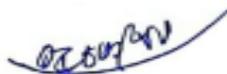
Ricardo José Suárez Peláez(a)

CI: 0931024558

## CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

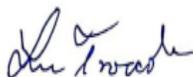
El TRIBUNAL CALIFICADOR para a la obtención del título de **Magister en Química Aplicada** otorga al presente trabajo de investigación las siguientes calificaciones:

DOCUMENTO DE TESIS	(60)
DEFENSA ORAL	(40)
TOTAL	(100)
EQUIVALENTE	(EXCELENTE )



**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Juan Diego Valenzuela Cobos, MSc.



**DIRECTOR/A TFM**

Luis Troccoli Ghinaglia, PhD.



**SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

Q.F. Freddy Espinoza Carrasco, MSc.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, ya que gracias a él se logró concluir con mi posgrado, a mis padres por lo que estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi hermano, por su gran amistad, y todas aquellas personas que han contribuido para el logro de mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como es el desarrollo de una tesis de posgrado, lo que resulta imposible de lograr sin la voluntad de Dios y la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término, por ello para mi es un gran placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándole mis agradecimientos.

Debo agradecer de manera especial a Dios y a mi familia, por su apoyo a lo largo de la maestría, a la Mgs. Ynes Zambrano de Mera por su comprensión, colaboración en mi trabajo en el Ministerio de Salud pública, y por las facilidades brindadas así también de igual forma a la Lcda. Katherine Sornoza Granoble y Lcdo. Jorge. Macias Moreira compañeros de trabajo, también permito extender este agradecimiento al Dr. Luis Burgos López jefe de la División de Química Oceanográfica del INOCAR por permitirme realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de mi trabajo de titulación en el laboratorio de dicha división, así como también su participación activa y aporte en el progreso de mi tesis y por último quería agradecer al PhD. Luis Troccoli Ghinaglia por aceptarme para realizar mi trabajo de titulación bajo su dirección, su capacidad para guiar mis ideas ha sido de un aporte invaluable y así como también por facilitar los medios suficientes para llevar a cabo las actividades propuestas durante el desarrollo de mi tesis.

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.  
Fabricio Guevara Viejó, PhD.  
**RECTOR**  
**Universidad Estatal de Milagro**  
Presente.

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Cuarto Nivel, en la Maestría de Química Aplicada cuyo tema fue Evaluación ambiental, sector La Playita del Guasmo en la Cooperativa San Felipe de la ciudad de Guayaquil año 2021 y que corresponde a al Departamento de Investigación y Postgrado.

Milagro, 18 de marzo del 2022



Ricardo José Suárez Peláez (a)

CI: 0931024558

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	4
EL PROBLEMA.....	4
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
1.1.1.  Problematización .....	4
1.1.2.  Delimitación del problema.....	5
1.1.3.  Formulación del problema.....	5
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
1.2.1.  Objetivo General.....	5
1.2.2.  Objetivos Específicos.....	6
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
CAPÍTULO II.....	8
<b>2.1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1.1 ESTERO SALADO .....	8
2.1.1.1 CLIMA DEL ECOSISTEMA ESTUARINO (ESTERO SALADO).....	8
2.1.1.2 CONTAMINACIÓN DEL ESTERO SALADO.....	9
2.1.3 MANGLARES COSTEROS DEL ECUADOR.....	9
2.1.3.1 CONTAMINACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE MANGLARES CONSTEROS DEL ECUADOR.....	9
2.1.4. ECOSISTEMAS ESTUARINOS DEL GUAYAS.....	10
2.1.5 ECOSISTEMA DE LA PLAYITA DEL GUASMO.....	10
2.1.6 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN EL ECOSITEMA DE LA PLAYITA DEL GUASMO.....	11
2.1.6.1 PARÁMETROS FÍSICOS DE EVALUACIÓN EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS.....	11
2.1.6.2 PARÁMETROS QUÍMICOS DE EVALUACIÓN EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS.....	13
2.1.6.2 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE EVALUACIÓN EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS.....	18
CAPÍTULO III .....	19

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
<b>3.1 MÉTODO CIENTÍFICO EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN</b> .....	19
<b>3.2 METODOLOGÍA</b> .....	19
<b>3.3 Criterios de investigación</b> .....	19
<b>3.3.1 Selección de las estaciones de muestreo</b> .....	19
<b>3.4 Tipo de investigación</b> .....	23
<b>Tipo de investigación: Cuantitativa</b> .....	23
<b>3.5 Modalidad de la investigación</b> .....	23
<b>3.6 Diseño de la investigación</b> .....	23
<b>3.7 Técnica de recolección de la información</b> .....	23
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	24
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	24
<b>4.1 Análisis de resultados</b> .....	24
<b>4.2: Resultados de análisis físicos en agua estuarina</b> .....	24
<b>4.2.1 Parámetro pH</b> .....	24
<b>4.2.2 Parámetro Temperatura</b> .....	26
<b>4.2.3 Parámetro Salinidad</b> .....	29
<b>4.2.4 Parámetro Conductividad</b> .....	31
<b>4.2.5 Parámetro Sólidos totales disueltos (TDS)</b> .....	33
<b>4.2.5 Parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS)</b> .....	36
<b>4.2.5 Parámetro Turbidez</b> .....	38
<b>4.3 Resultados de análisis químicos en agua estuarina</b> .....	41
<b>4.3.1 Parámetro Oxígeno Disuelto</b> .....	41
<b>4.3.2 Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno</b> .....	43
<b>4.3.2 Parámetro Nitratos</b> .....	48
<b>4.3.3 Parámetro Nitritos</b> .....	50
<b>4.3.3 Parámetro Silicatos</b> .....	53
<b>4.4 Resultados de análisis químicos en sedimento estuarino</b> .....	55
<b>4.4.1 Metales pesados: Parámetro Plomo (Pb)</b> .....	55
<b>4.4.2 Metales pesados: Parámetro Cadmio (Cd)</b> .....	57
<b>4.5 Resultados de análisis microbiológicos en agua estuarina</b> .....	60

<b>4.5.1</b>	<b>Parámetro Coliformes totales .....</b>	<b>60</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Parámetro Coliformes fecales .....</b>	<b>62</b>
<b>4.6</b>	<b>Resultados de análisis microbiológicos en sedimento estuarino .....</b>	<b>65</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Parámetro Coliformes totales .....</b>	<b>65</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Parámetro Coliformes fecales .....</b>	<b>67</b>
<b>4.7</b>	<b>ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....</b>	<b>69</b>
<b>4.7.1</b>	<b>RESULTADOS ANOSIM ENTRE ZONAS.....</b>	<b>71</b>
<b>5.1.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>5.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## INDICE DE CUADROS

### **Cuadro 1**

Código y coordenadas de las estaciones de monitoreo de agua y sedimento del ecosistema estuarino “La Playita del Guasmo” 77

### **Cuadro 2**

Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Libro VI, Anexo 1 Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua 78, 79

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	
Diagrama para el parámetro de pH	24
<b>Figura 2</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro ph por monitoreo	25
<b>Figura 3</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro ph por zona	26
<b>Figura 4</b>	
Diagrama para el parámetro de temperatura	27
<b>Figura 5</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro temperatura por monitoreo	27
<b>Figura 6</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro temperatura por zona	28
<b>Figura 7</b>	
Diagrama para el parámetro de salinidad	29
<b>Figura 8</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro salinidad por monitoreo	30
<b>Figura 9</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro salinidad por zona	31
<b>Figura10</b>	
Diagrama para el parámetro de conductividad	31
<b>Figura 11</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro conductividad por monitoreo	32
<b>Figura 12</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro conductividad por zona	33
<b>Figura 13</b>	
Diagrama para el parámetro de sólidos totales disueltos (TDS)	34
<b>Figura 14</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro solidos totales disueltos (TDS) por monitoreo	34
<b>Figura 15</b>	

Diagrama de caja de bigotes para el parámetro sólidos totales disueltos (TDS) por zona	35
<b>Figura 16</b>	
Diagrama para el parámetro de sólidos totales suspendidos (TSS)	36
<b>Figura 17</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro sólidos totales suspendidos (TSS) por monitoreo	37
<b>Figura 18</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro sólidos totales suspendidos (tss) por zona	38
<b>Figura 19</b>	
Diagrama para el parámetro de turbidez	39
<b>Figura 20</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro turbidez por muestreo	39
<b>Figura 21</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro turbidez por zona	40
<b>Figura 22</b>	
Diagrama para el parámetro de o <sub>2</sub>	41
<b>Figura 23</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro oxígeno disuelto por monitoreo	42
<b>Figura 24</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro oxígeno disuelto por zona	43
<b>Figura 25</b>	
Diagrama para el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno	44
<b>Figura 26</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno por monitoreo	44
<b>Figura 27</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno por zona	45
<b>Figura 28</b>	
Diagrama para el parámetro de fosfatos	46
<b>Figura 29</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro fosfatos por monitoreo	47

<b>Figura 30</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro fosfatos por zona	47
<b>Figura 31</b>	
Diagrama para el parámetro de nitratos	48
<b>Figura 32</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro nitratos por monitoreo	49
<b>Figura 33</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro nitratos por zona	50
<b>Figura 34</b>	
Diagrama para el parámetro de nitritos	51
<b>Figura 35</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro nitritos por monitoreo	51
<b>Figura 36</b>	
figura 36: diagrama de caja de bigotes para el parámetro nitritos por zona	52
<b>Figura 37</b>	
Diagrama para el parámetro de silicatos	53
<b>Figura 38</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro silicatos por monitoreo.	53
<b>Figura 39</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro silicatos por zona	54
<b>Figura 40</b>	
Diagrama para el parámetro de plomo (pb)	55
<b>Figura 41</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro plomo (pb) por monitoreo	56
<b>Figura 42</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro plomo (pb) por zona	57
<b>Figura 43</b>	
Diagrama para el parámetro de cadmio (cd)	58
<b>Figura 44</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro cadmio (cd) por monitoreo	58
<b>Figura 45</b>	

Diagrama de caja de bigotes para el parámetro cadmio (cd) por zona	59
<b>Figura 46</b>	
Diagrama para el parámetro de coliformes totales	60
<b>Figura 47</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes totales por monitoreo	61
<b>Figura 48</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes totales por zona	62
<b>Figura 49</b>	
Diagrama para el parámetro de coliformes fecales	63
<b>Figura 50</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes fecales por monitoreo	63
<b>Figura 51</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes fecales por zona	64
<b>Figura 52</b>	
Diagrama para el parámetro de coliformes totales	65
<b>Figura 53</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes totales por monitoreo	65
<b>Figura 54</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes totales por zona	66
<b>Figura 55</b>	
Diagrama para el parámetro de coliformes fecales	67
<b>Figura 56</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes fecales por monitoreo	68
<b>Figura 57</b>	
Diagrama de caja de bigotes para el parámetro coliformes fecales por zona	69
<b>Figura 58</b>	
Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales, entre las variables hidrográficas y las coliformes del sector playita.	70
<b>Figura 59</b>	
Diagrama mds de la variabilidad ambiental en el sector playita en la temporada seca del 2021.	71

## RESUMEN

La playita del Guasmo forma parte del ecosistema Guayas. El grado de contaminación que sufre este sector se debe a varias fuentes como (fábricas, turismo sin control, aguas residuales, pesca artesanal) afectando su estado. Por ello, se planteó como objetivo “Evaluar el impacto ambiental del ecosistema “La playita del Guasmo” en la ciudad de Guayaquil en el año 2021”. Para una correcta determinación se dividió 3 zonas, donde se tomaron 12 muestras de agua y 9 de sedimento, cada estación fue identificada con código y coordenadas geográficas, mediante el Sistema de Posicionamiento Global, la investigación se realizó durante la época seca en junio y julio, efectuándose 2 monitoreos, transcurriendo un tiempo de 1 mes entre monitoreo. Para detectar diferencias entre zonas y muestreo, se efectuó análisis estadístico de varianza y Kruskal-Wallis. Entre los resultados, los valores de pH, se encuentran por debajo del límite permisible del Libro VI, Anexo 1, debido a sustancias húmicas, productos de degradación de plantas y animales. Así mismo el Oxígeno disuelto, necesario para procesos de respiración y preservación de vida acuática, los niveles de Cadmio y Plomo en sedimento se encuentran dentro de los límites establecidos en Anexo 2 Libro VI, con respecto a coliformes totales tenemos valores de 200 NMP/100 ml encontrándose fuera de rango permisible del Libro VI, Anexo 1, por consecuencia del descargo de aguas residuales, y escurrientas marinas, el ambiente estudiado se encuentra en nivel eutrófico, por lo que se sugieren acciones de recuperación ambiental para la zona y el sistema.

**Palabras claves:** estuario, ecosistema, monitoreo, sedimentos, contaminación, turbidez, escurrientas

## ABSTRACT

“La playita del Guasmo is part of the Guayas ecosystem. The degree of contamination suffered by this sector is due to various sources such as (factories, uncontrolled tourism, wastewater, artisanal fishing) affecting its status. For this reason, the objective was to "Evaluate the environmental impact of the ecosystem "La playita del Guasmo" in the city of Guayaquil in the year 2021". For a correct determination, 3 zones were divided, where 12 water samples and 9 sediment samples were taken, each station was identified with code and geographic coordinates, through the Global Positioning System, the investigation was carried out during the dry season in June and July. , carrying out 2 monitorings, passing a time of 1 month between monitoring. To detect differences between areas and sampling, statistical analysis of variance and Kruskal-Wallis were performed. Among the results, the pH values are below the permissible limit of Book VI, Annex 1, due to humic substances, degradation products of plants and animals. Likewise, dissolved Oxygen, necessary for respiration processes and preservation of aquatic life, the levels of Cadmium and Lead in sediment are within the limits established in Annex 2 Book VI, with respect to total coliforms we have values of 200 NMP/100 ml being outside the permissible range of Book VI, Annex 1, due to the discharge of wastewater, and marine runoff, the environment studied is at a eutrophic level, so environmental recovery actions are suggested for the area and the system.

**Keywords:** estuary, ecosystem, monitoring, sediments, pollution, turbidity, runoff

## INTRODUCCIÓN

La playita del Guasmo es un sistema estuarino que forma parte del ecosistema Guayas, se extiende por el Golfo de Guayaquil y a través de las cuencas hidrográficas relacionadas. (Yáñez et al., 1998)

Entre los recursos naturales del área de estudio, predomina la vegetación del manglar, considerados recursos forestales con extensión en toda la banda intertropical del planeta. En este sentido las acciones antrópicas aumentan los riesgos sobre los ecosistemas produciendo un mayor impacto que el propio cambio climático global, produciendo gran incertidumbre sobre el aumento de la vulnerabilidad de los hábitats críticos y en la estabilidad ambiental (Yáñez et al., 1998).

A partir de los años 70 se produjo una gran oleada de **migrantes** provenientes de zonas rurales hacia las grandes ciudades, en busca de una mejor situación económica, siendo Guayaquil la ciudad que recibió a mayor escala a personas de bajos recursos y diferentes lugares del país, Esta **migración descontrolada**, a gran escala no pudo ser resuelta por las autoridades de la ciudad en aquella época, lo que provocó la invasión de áreas protegidas como, manglares, áreas verdes y zonas de acceso al Estero Salado. Además de los asentamientos industriales como camaroneras provocando la tala de manglares, destrucción de ecosistemas completos en la ciudad de Guayaquil provocando contaminación ambiental sin control y sin respeto a ningún tipo de ley ambiental (Ureta, 2002).

La perturbación ambiental en el sector “La Playita del Guasmo” en la ciudad de Guayaquil se produce por varias fuentes de contaminación como los desperdicios que provienen de las empresas camaroneras, productos de la pesca artesanal, basura arrojada por los propios moradores tanto en el estuario como en el manglar, y las aguas residuales no tratadas empeora las condiciones este sector turístico (Suárez et al., 2020).

Al considerar estudios previos en el sistema estuarino del sector “La Playita del Guasmo” (Suárez & Rivera, 2015) indican que los valores de turbidez y sólidos suspendidos concuerdan con los altos registros de temperatura detectados en las estaciones de monitoreo

cercanas a la orilla del Balneario (E1, E2, E3) donde se encuentra la población, así como la estación E7, tomada al frente del balneario cercana al manglar y al sector industrial camaronero, de acuerdo a las condiciones físico, químicas y microbiológicas del ecosistema estuarino mostrando un índice de calidad del 57,07 considerado moderado o alerta amarilla (Suárez et al., 2020).

Esta investigación es de vital importancia debido a que este ambiente natural de manglar y estuarino ha sido objeto de acciones contaminantes como son la cercanía que tiene al puerto marítimo y a las esclusas así como también el aumento de asentamientos poblacionales. Lo que conlleva a descargas de aguas residuales sin tratamiento alguno, productos del comercio del pescado, que son arrojados en el muelle de bajo calado, y por desechos de las Industrias aledañas (Ureta, 2002), Por ello es importante realizar estudios actualizados para verificar el nivel de contaminación de este ecosistema de esta forma las autoridades pertinentes realicen acciones que permitan rescatar este pulmón del sur de la ciudad de Guayaquil, beneficiando a los propios moradores del sector “La Playita del Guasmo” en la Cooperativa San Felipe de la ciudad de Guayaquil, así como también será un aporte científico que puede servir de modelo para futuros estudios a nivel nacional.

En el presente trabajo se va a evaluar el impacto ambiental en el ecosistema del Sector “La Playita del Guasmo” en la Cooperativa San Felipe de la ciudad de Guayaquil. Para ello, se van a determinar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos, analizar la concentración de metales pesados Plomo y Cadmio en el sedimento estuarino, e identificar las fuentes de contaminación en los puntos de muestreos seleccionados, con esta investigación se contribuirá con la autoridades ambientales pertinentes para la toma de acciones en el cuidado, preservación de esta área natural, y de esta forma se van a beneficiar a los moradores del sector así como personal científico debido a que esta investigación será una base actualizada para futuras investigaciones de oceanografía química.

El análisis y evaluación a realizar en agua y sedimento estuarino permitirán valorar cuales son las posibles fuentes de contaminación en el Sector “La Playita del Guasmo”.

La diferencia en este estudio es realizar una evaluación completa de macronutrientes: Fosfatos, Silicatos, Nitratos y Nitritos, se valora la concentración de metales pesados en

sedimento estuarino, Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) y el estudio microbiológico de Coliformes Fecales y Totales en Agua y Sedimento estuarino.

La metodología implementada corresponde al método científico, debido a que utilizaron conjunto de reglas y procedimientos que orientan a la investigación a lograr un conocimiento objetivo de la realidad del ecosistema del sector “la Playita del Guasmo”.

El área de estudio comprende 270 m que se dividieron en 3 zonas, se seleccionaron 12 estaciones de monitoreo, donde se tomaron 12 muestras de agua y 9 de sedimento. Las estaciones de monitoreo fueron codificadas con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global. El desarrollo de esta investigación se realizó entre junio y julio. Para la selección de las estaciones se tomaron criterios técnicos dados por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR), como influencia del sector industrial, influencia de la zona de las exclusas y del Puerto marítimo, dividiendo el trabajo en 3 etapas: Determinación y análisis de Parámetros y tercera etapa el análisis estadístico de los datos obtenidos, trabajo de campo o monitoreo, el tipo de investigación realizada es cuantitativa, siendo la modalidad de la investigación empleada la modalidad de campo debido a que se requiere ir al lugar donde se generan los datos.

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Problematización

La Playita del Guasmo es un sistema de manglar y estuarino, que forma parte del ecosistema Guayas, este ambiente natural ha sufrido modificaciones debido al aumento de asentamientos poblacionales e industriales, lo que ha provocado la tala indiscriminada de manglar, incremento de desechos arrojados a las riberas del balneario debido a la falta de conciencia y conocimiento de los moradores, descargas de aguas residuales tanto domésticas como industriales, las cuales son descargadas directamente al sector turístico, desechos producto del destripaje del pescado en el muelle de bajo calado, falta de servicio sanitario, han provocado contaminación por materia orgánica (Eutrofización), niveles bajos de concentración de oxígeno, elevada turbidez, altas concentraciones de sólidos totales suspendidos (SST), elevada concentración de coliformes totales y fecales, debido al escaso control ambiental por parte de las autoridades pertinentes (Suárez & Rivera, 2015). La situación actual es preocupante, el grado de contaminación por parte de los moradores, pescadores y turistas persiste junto con el sector industrial cercano al ecosistema, manteniéndose el problema de descargas de aguas residuales y negras de forma directa al estuario, Algunos estudios realizados en el ecosistema del estero el muerto (un ramal del Estero Salado) y estero cobina presentan concentraciones mínimas de oxígeno disuelto en ese cuerpo de agua, concluyendo que existen condiciones de anoxia lo que indica niveles elevados de eutrofización (Suárez et al., 2020). Los niveles de sólidos suspendidos totales y turbidez concuerdan con registros elevados de temperatura, los valores más altos de contaminación se encontraron en las estaciones cercanas a la población y en la estación E7 cercana a las industrias camaroneras de acuerdo a este estudio las condiciones físico-químicas y microbiológicas presentan un nivel regular con un índice de calidad de 57,07 según los rangos establecidos por el ICA-NFS (Suárez et al., 2020). De persistir esta situación los niveles de contaminación podría llegar a ser crítica siendo que este entorno ya no pueda

ser utilizado para actividades recreativas de tipo turístico, causando problemas a la salud de moradores y turista, para poder realizar un control del pronóstico se va a realizar análisis físico, químico y microbiológico en muestras de agua y sedimento estuarino, realizando 2 monitoreos en época seca en condiciones de flujo en los meses de Junio y Julio del año 2021.

### **1.1.2. Delimitación del problema**

La identificación del grado de contaminación por materia inorgánica y orgánica que afecta al ecosistema estuarino de la “Playita del Guasmo” se realizará en época seca entre los meses de junio y julio del 2021, la toma de muestra en 3 zonas delimitadas: Z1 cercana al Balneario de la Playita del Guasmo, Z2 o zona estuarina y Z3 Zona de Manglar e Industrial, donde se recolectarán 12 muestras de agua y 9 de sedimento estuarino.

### **1.1.3. Formulación del problema**

La Playita del Guasmo es un atractivo turístico de la ciudad de Guayaquil donde se encuentran asentamientos poblacionales, e industriales, por tal motivo sufre diferentes tipos de contaminación, produciendo la necesidad de realizar estudios fisicoquímicos y microbiológicos del mismo, para determinar el impacto ambiental que existe en este ecosistema, que puede llegar a ser perjudicial para la salud de la población.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el impacto ambiental en el ecosistema del Sector “La playita del Guasmo” en la Cooperativa San Felipo de la ciudad de Guayaquil.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona poblacional, estuarina y de manglar en el sector “la Playita del Guasmo” en época seca
- Analizar la concentración de metales pesados en el sedimento estuarino del ecosistema “La Playita del Guasmo” Cooperativa San Felipe de la Ciudad de Guayaquil” en época seca.
- Identificar las fuentes de contaminación en los puntos de muestreos en el Estero Cobina del sector “La Playita del Guasmo” Cooperativa San Felipe-Guayaquil.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Desde sus inicios la Playita del Guasmo, se convirtió en un sitio de recreación tanto para los moradores de sectores aledaños al balneario, como para todos los turistas que buscaban un momento de diversión y descanso, sin embargo la demanda fue aumentando, lo que provocó la acumulación de desperdicios producidos tanto por los turistas como por los moradores, entre ellos tenemos: botellas plásticas, fundas, pañales desechables, cartones cáscaras productos del destripaje del pescado, frutas chatarras, madera etc. A esto se suma el asentamiento de industrias camaroneras que provocaron gran parte tala del manglar, así como descargo de aguas residuales domésticas e industriales, y aguas negras que son vertidas directamente al ecosistema porveniente de sectores cercanos a la zona de influencia, también a la falta de servicios básicos. (Suárez & Rivera, 2015)

Otra causas del deterioro de este sector es el mal manejo de desechos domesticos e industriales, peligrando las diversas especies que habitan en este ecosistema, por tal motivo

es necesario conocer las condiciones del mismo a través de análisis físicos, químicos y microbiológicos (Cheme, 2020)

El propósito del presente trabajo de investigación es obtener información actualizada de la del grado de contaminación este atractivo turístico, comparar con los datos de análisis efectuados en otras investigaciones, para ello se tomó en cuenta parámetros fisicoquímico (Temperatura, turbidez, Salinidad, Conductividad, pH, Sólidos disueltos totales, Sólidos totales suspendidos, Oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de oxígeno, micronutrientes: Fosfatos, Nitratos, Nitritos y silicatos), microbiológico (Coliformes fecales y totales) en agua y sedimento estuarino, estudio de metales pesados (Plomo y Cadmio) en sedimento estuarino, se dividirá al ecosistema en 3 zonas para la toma de muestras. Con la finalidad de saber si dichos parámetros cumplen o no a las especificaciones Anexo I Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua TULSMA. y Anexo 2 Libro VI.: Recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados

Generar a futuro proyectos multidisciplinarios obteniendo una base sólida para evitar el deterioro continuo de este hábitat y de esta forma poder brindar un aporte científico sobre las condiciones ambientales en la “La Playita del Guasmo”., los resultados del presente trabajo va a causar un beneficio tanto para la comunidad científica, del país, así como a las autoridades para tomar acción oportuna sobre la contaminación de este ecosistema natural y la preservación de la vida animal que habitan en este sector, así también a los moradores de poblaciones aledañas que utilizan este sector como balneario o para sus actividades diarias.

## **CAPÍTULO II**

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1 ESTERO SALADO**

El Estero Salado es un sistema estuarino de aproximadamente 60 Km de longitud desde el Puerto Marítimo hasta Posorja. Este ecosistema ofrece una gran variedad de servicios ecológicos importantes para la sustentación de comunidades costeras, albergando peces, crustáceos y moluscos de valor ecológico y comercial. El Estero Salado al ser un brazo de mar no recibir aportes de afluentes, sus aguas presentan movimientos que no van dirigidos hacia el mar abierto, el cuerpo de agua se desliza con la marea hacia el mar, pero recupera su posición inicial con el reflujo de la misma; este comportamiento afecta la renovación y autodepuración de las aguas del Estero Salado principalmente en la zona interna que delimita con la ciudad de Guayaquil (Suárez & Rivera, 2015).

En el Estero Salado se realizan diferentes actividades recreativas y deportivas, como son la natación y el canotaje, estas personas pueden presentar diversas afecciones de salud, por la elevada carga de coliformes fecales, causantes de diferentes tipos de enfermedades como Cólera, fiebre, tifoidea, disenterías, poliomiелitis, hepatitis y salmonelosis (Castro, 2018)

##### **2.1.1.1 CLIMA DEL ECOSISTEMA ESTUARINO (ESTERO SALADO)**

El estero salado al encontrarse en la zona tropical de monzón influenciado por la corriente marina fría de “Humboldt y la cálida de “El niño” generando dos temporadas: invierno entre los meses de (Diciembre - Mayo) con una precipitación de 100.02 mm y verano entre los meses de (Junio – Noviembre), con una precipitación de 81mm, dentro de la clasificación de Koope. (Cheme, 2020)

### **2.1.1.2 CONTAMINACIÓN DEL ESTERO SALADO**

La ciudad de Guayaquil desde sus inicios ha presentado un crecimiento poblacional desordenado, ocasionando al Estero Salado, se convierta en un lugar de descargas domésticas e industriales con el pasar de los años, es notable su contaminación la producción de malos olores y una coloración negruzca, Los principales problemas de las actividades humanas son la mala disposición y recolección de desechos sólidos, descargas residuales y doméstica, tala de manglar para asentamientos informales, contaminación por hidrocarburos y relleno de los cauces naturales, como datos de gran preocupación tenemos alrededor de 540 industrias asentadas en Guayaquil evacuan el 25% del total de cargas orgánicas, el 75% restantes corresponden a las aguas servidas domesticas sin tratamiento de la ciudad y la zona periférica, solo el 3% de las industrias tratan adecuadamente sus desechos. Diariamente se evacua 691 14 metros cúbicos de aguas servidas el 10% se dirige al Guayas y un 66% los afluentes del rio Daule y el 24% llega al Estero Salado (Cheme, 2020)

### **2.1.3 MANGLARES COSTEROS DEL ECUADOR**

Los manglares son áreas ecologicas de arbustos y árboles donde habitan una gran cantidad de aves, peces, moluscos y crustáceos. Son áreas de reproducción y alimentación de muchas especies que representan la fuente económica para las comunidades locales, Los ecosistemas de manglar son altamente fructíferos y generan una gran cantidad de nutrientes, los cuales son transportados por las mareas a las aguas marinas de la franja litoral más cercana a la costa, donde son aprovechados por pastos marinos y una variedad de peces, crustáceos y moluscos que tienen importancia comercial (Pernía et al., 2019)

#### **2.1.3.1 CONTAMINACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE MANGLARES CONSTEROS DEL ECUADOR**

Los manglares en Ecuador se encuentran afectados por las actividades humanas e instriales tales como: la tala indiscrimida para diferentes fines como, la obtención de madera, la

construcción de camaroneras y construcción de viviendas; el desarrollo urbanístico alterando los procesos hidráulicos y geomorfológicos; la sobreexplotación de los recursos con la pesca indiscriminada, que altera la composición, estructura y función del ecosistema; el irrespeto de las vedas de pesca y captura de cangrejos, la acuicultura, produce la alteración los ecosistemas de manglar para cultivo de camarones o peces introduciendo especies exóticas que pueden desplazar a las nativas; la contaminación ambiental por aguas servidas, bacterias y virus patógenos, desechos sólidos, desechos agroindustriales, metales pesados y los derrames de hidrocarburos (Pernía et al., 2019)

#### **2.1.4. ECOSISTEMAS ESTUARINOS DEL GUAYAS**

Es un sistema ambiental que comprenden el Golfo de Guayaquil y sus cuencas hidrográficas, se encuentra articulando 12 provincia y 88 municipios y aloja el 45% de la población nacional. El golfo de Guayaquil es una zona de drenaje donde el estuario del río Guayas, y se encuentra enlazado con las cuencas hidrográficas a través de diferentes canales como la isla Puná al hacia el occidente, el Estuario del Río Guayas inicia en la Isla Puná y se extiende hasta aproximadamente hasta unos 100 km dentro del continente por los ríos Babahoyo, Daule y Vinces (Sanfeliu-Montolio & Montaña-Armijos, 2008)

#### **2.1.5 ECOSISTEMA DE LA PLAYITA DEL GUASMO**

El ecosistema de la playita de Guasmo se encuentra constituido por un sistema de manglar, cuyos árboles son los recursos forestales que sostienen la biodiversidad de los ecosistemas costeros tropicales, en áreas de influencia tierra adentro, y humedales forestados intermareales (Yáñez et al., 1998), y los asentamientos poblacionales han provocado la depredación del manglar y de este ecosistema costero tropical, la playita forma parte de los ecosistemas estuarinos del Guayas ubicada en el estero Cobina entre el estero muerto y las esclusas que comunican el estero salado con el río Guayas (Ureta, 2002).

## **2.1.6 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN EL ECOSITEMA DE LA PLAYITA DEL GUASMO.**

### **2.1.6.1 PARÁMETROS FÍSICOS DE EVALUACIÓN EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS**

#### **Temperatura.**

La energía solar atraviesa el agua como luz, calentándola, y es absorbida de forma exponencial almacenándose en mayor cantidad de calor en la capa superficial, es un parámetro de importancia en la velocidad de reacciones químicas y proceso biológicos de oxidación de materia orgánica o desarrollo de microorganismos, cuando la temperatura es alta en un sistema estuarino provoca la disminución en la capacidad de retención de oxígeno, provocando la muerte de especies acuáticas por asfixia (Cheme, 2020).

#### **Turbidez.**

Se conoce como turbidez a la medida de partículas en suspensión que provocan la pérdida de la transparencia del agua. Las algas, los sedimentos, en suspensión, (el limo, arcilla, partículas de sílice) en presencia de materia orgánica pueden llegar a aumentar los niveles de turbidez causando efectos peligrosos a ciertos organismos acuáticos (Delgado, 2015).

El limo el mayor componente de turbidez en los estuarios, la descarga de limo por los arroyos y ríos a los estuarios varía dependiendo de las estaciones, en épocas lluviosas es donde se presenta la mayor descarga de este sedimento. La turbidez reduce la concentración de Oxígeno Disuelto al disminuir la penetración de la luz afectando directamente a producción y cantidad de organismos autótrofos reduciendo la producción de oxígeno (Suárez & Rivera, 2015)

#### **Potencial de Hidrógeno (pH).**

Es uno de los parámetros más importante en el análisis de aguas estuarinas, existe una relación entre el equilibrio del pH y ciertas sustancias presentes, al aumentar la salinidad y la temperatura el potencial de Hidrógeno disminuye (Guaygua, 2019)

Se considera al pH como un indicador de las condiciones fisicoquímicas de las aguas estuarinas, en los ecosistemas estuarinos es controlado por las mezclas de solutos en el agua salada con flujo de agua dulce. Un factor importante que influye sobre el pH en estuarios es la concentración de CO<sub>2</sub>, el cual se encuentra en función de la salinidad y de la temperatura. El pH se ve afectado por diferentes efectos como la deposición ácida provocada por la contaminación atmosférica, eutrofización provocada por la descarga de nutrientes, residuos producto de la minería, actividad bacteriana, turbidez y por procesos naturales como la respiración de organismo y la fotosíntesis (Suárez & Rivera, 2015)

### **Salinidad**

Se define como salinidad a la cantidad de sales disueltas en el agua en especial forma sales de Cloruro de sodio, los parámetros de salinidad y conductividad se encuentran relacionados por la concentración de iones disueltos produciendo que se eleven la cantidad de estos parámetros, la salinidad conjuntamente con la temperatura permite caracterizar alteraciones en las masas de aguas, variaciones de entrada de agua marina y los organismos que se encuentren en ella, las variaciones de este parámetro produce cambios en los sistemas estuarino (Guaygua, 2019)

“El parámetro de salinidad en estuarios, lagos, ríos mares o acuíferos se caracteriza por tener un origen natural, relacionado principalmente con su estructura geológica, su secuencia sedimentológica, su contexto climático o tener un origen antropogénicas, incorporándose al agua partir de vertidos o lixiviados de todo tipo”(Castro, 2018)

### **Conductividad**

La conductividad es la capacidad que tiene el agua para transferir energía, es de vital importancia como parámetro físico para determinar el grado de conductividad en aguas marinas costeras, estuarinas, en agua de río o aguas residuales, esta relacionada con el grado

de presencia de iones, concentración total de los mismos y la temperatura (Caicedo, L. y Ortega, 2016)

La conductividad con respecto a los sólidos totales disueltos presentan una relación directamente proporcional en soluciones acuosas, a mayor concentración de sólidos disueltos mayor será la conductividad (Tapia-Villalta, 2014).

### **Sólidos totales disueltos (TDS)**

Sólidos totales disueltos se encuentran comprendidos por sales inorgánicas de (magnesio, potasio, sodio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, cadmio) en conjunto con materia orgánica disueltas en agua (Tapia-Villalta, 2014)

Según (Ureta, 2002), las aguas con concentraciones altas de sólidos disueltos, por lo general son de inferior calidad, y podrían provocar diferentes reacciones fisiológicas al ingerirlas o al estar en contacto primario o secundario con ellas (Suárez & Rivera, 2015)

### **Sólidos totales suspendidos (TSS)**

Son residuos no sedimentables, pueden durar décadas en precipitarse, porque contienen arcillas, debido a que son de carga negativa en donde se pueden enlazar con diversos cationes que cambian las características del agua, entre ellas las características bacteriológicas (Tapia-Villalta, 2014)

## **2.1.6.2 PARÁMETROS QUÍMICOS DE EVALUACIÓN EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS**

### **Oxígeno Disuelto**

Es un parámetro químico que se utiliza para medir el nivel contaminación del agua, cuando los niveles de oxígeno disuelto son bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir debido a la anoxia tisular, el oxígeno presente en forma libre en el agua, es vital para las formas de vida acuática, se relaciona con la temperatura de forma inversa, el oxígeno

disuelto disminuye cuando la temperatura del cuerpo de agua aumenta, este parámetro se utiliza para la determinación de DBO (Cheme, 2020)

Investigaciones realizadas por (Padau, 2008) indican que el oxígeno es un gas, poco soluble, de constitución variable, la solubilidad del oxígeno depende de las presiones parciales de vapor saturado, de la cantidad de sólidos disueltos, y de la temperatura, necesarios para la vida acuática debido a que es utilizado en procesos como la respiración, oxidación - reducción, solubilidad de minerales y de la descomposición de materia orgánica, puede ser obtenido a través de la atmósfera, o por medio de la fotosíntesis (Suárez & Rivera, 2015)

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Es un indicador de contaminación por materia orgánica, se define como la cantidad de oxígeno disuelto consumido por microorganismos durante la degradación de materia orgánica, este parámetro permite observar el oxígeno necesario para la depuración de las aguas, valores elevados de DBO demuestran un cuerpo de agua contaminado (Guaygua, 2019).

El DBO se determina a través de la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20°C (Delgado, 2015)

“En la reacción bioquímica de la Demanda Bioquímica de Oxígeno se producen nuevas células, H<sub>2</sub>O, gas carbónico, más un residuo no biodegradable.

**MATERIA ORGANICA + O<sub>2</sub> + NUTRIENTES BACTERIAS + NUEVAS CELULAS  
+ CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + RESIDUOS NO BIODEGRADABLES”** (Ureta, 2002)

### **MACRONUTRIENTES**

#### **Fosfatos**

Los fosfatos son sales indispensable en el desarrollo de plantas y animales, su determinación es importante por ser bioacumulativo, y tóxico, existen tres formas de este micronutriente metafosfatos, ortofosfatos (polifosfatos), también encontramos fosfatos unidos

orgánicamente, los polifosfatos son utilizados para el tratamiento de aguas en detergentes y contenedores por su cambio a ortofosfatos (Cheme, 2020)

Presentan forma de apatita, distribuyéndose ampliamente en la naturaleza, la presencia de este micronutriente es de vital importancia debido a que forma parte de diferentes procesos como la eutrofización en cuerpos de agua, es un indicador de contaminación por abonos agrícolas, detergentes, fertilizantes o desechos orgánicos (Delgado, 2015)

### **Nitratos**

Los nitratos son nutrientes que constituyen el último estado de oxidación del nitrógeno, en esta forma se incorpora a plantas, algas y animales para la síntesis de proteína, permitiendo la reparación de células y tejidos, así también es un suministro parcial de energía (Delgado, 2015)

Los nitratos presentan acción tóxica debido a que transforman pigmentos respiratorios en formas que son incapaces de transportar y liberar oxígeno, su absorción branquial limitada, lo que lo convierten en un nutriente de menor toxicidad que el amoníaco y los nitritos (Cheme, 2020)

### **Nitritos**

Los Nitritos generalmente se encuentran en bajas concentraciones en aguas oxigenadas, es de gran importancia su estudio porque en medios hipóxicos su concentración aumenta considerablemente, debido a la escasez del ión amonio y de nitratos, provocando que el fitoplancton tome e incorpore en sus células nitritos, las altas concentraciones de nitritos producen toxicidad por su alta permeabilidad (Delgado, 2015).

## **Silicatos**

Los Silicatos se encuentran en el agua en forma de iones silicio y probablemente en forma de sílice coloidal de la que se encuentran trazas, forma parte de la pared celular de las diatomeas, del esqueleto de algunos radiolarios y las púas de algunas esponjas. Buena parte del silicato incorporado a la pared celular de las diatomeas vuelve al agua del mar tras su muerte. Los depósitos silicios de origen planctónico cubren grandes áreas del mar. En todas las estructuras estudiadas hasta la actualidad, el silicio está en coordinación con el oxígeno. Los silicatos se encuentran en aguas con alta dureza y alta alcalinidad, debido a que en aguas alcalinas están presentes un gran número de iones sodio que se combinan con la sílice para formar silicatos de sodio solubles (Ureta, 2002)

## **METALES PESADOS**

Los metales pesados en ecosistemas acuáticos, especialmente los cuerpos de agua costeros intermareales se han convertido en un problema importante debido a sus efectos tóxicos, acumulación y bioconcentración a través de la cadena alimenticia. Los metales pesados inclusive encontrados en trazas en los cuerpos de agua son altamente tóxicos. La toxicidad de los metales pesados en los sedimentos marinos y las aguas depende de su biodisponibilidad, lo cual es controlado principalmente por la geoquímica de los sedimentos”. Los metales presentes en los sedimentos estuarinos pueden desprenderse y liberarse en la columna de agua si es que varían ciertas condiciones ambientales como el pH, la temperatura y la resuspensión, lo cual afecta negativamente la calidad del agua y del ecosistema (Mayia, 2021)

Los sedimentos estuarinos por considerarse depósitos de metales pesados y otros tipos de contaminantes es un importante indicador de la salud ambiental de los ecosistemas acuáticos (Magallanes & Sucuy, 2019)

Los sedimentos cumplen la función de depósito tanto en ecosistemas estuarinos y marinos, tienen la capacidad de almacenar suficientes concentraciones de metales que pueden ser

absorbidos por la vegetación y otros organismos provocando la afectación a niveles superiores de la cadena trófica. El análisis de sedimentos es un aporte en estudios de contaminación debido a que conservan una cronología de los contaminantes a los que han sido expuestas las áreas cercanas. De esta forma la interacción de los sedimentos con cuerpos acuáticos se transportan los contaminantes hacia otras partes del cuerpo hídrico. (Ramirez, 2017)

### **Cadmio**

El Cadmio un elemento divalente con masa atómica de 112,41. Se caracteriza por ser soluble en ácidos minerales, con los que forma las sales minerales correspondientes, y es insoluble en agua. Se debe tener vital consideración debido a que el cadmio es considerado un contaminante de potencial bioacumulación y toxicidad. No existe evidencia de que sea biológicamente esencial, el cadmio a concentraciones bajas es tóxico para cualquier forma de vida (Alcívar-Tenorio & Mosquera-Armigo, 2014)

Estudios realizados por (Alcívar-Tenorio & Mosquera-Armigo, 2014) sobre la Concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimento estuarino demuestran que las concentraciones de Cadmio en agua estuarina no fueron detectables, mientras que la concentración más alta fue de 0,06 ppm, mientras los resultados de sedimento estuarino demuestra mayor concentración presenta un valor de 9,5 ppm y la menor concentración fue 1,49 ppm Demostrando que se obtienen resultados más representativos en sedimento estuarino vs agua superficial estuarina.

### **Plomo**

En la naturaleza la forma más estable del Plomo es  $Pb^{2+}$ , pero también se encuentra formando complejos poco solubles con carbonatos, sulfuros, sulfatos e hidróxidos. Las fuentes de contaminación de Pb son más variadas y proceden de varios ámbitos. Las áreas urbanas y cercanas a carreteras han sido la principal fuente de Pb antropogénica. La combustión de gasolinas de los automóviles es la principal aportación de plomo al medioambiente.(Alcívar-Tenorio & Mosquera-Armigo, 2014)

Estudios realizados por (Alcívar-Tenorio & Mosquera-Armigo, 2014) sobre la Concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua y sedimento estuarino en el estero salado (guayaquil)., demuestran que las concentraciones de Plomo en agua superficial estuarina presentaron un aumento con un valor de 0,06 ppm en el mes de septiembre, los resultados en sedimento estuarinos de plomo presentó valores muy altos de 69,47 ppm mientras la concentración más baja fue de 13,47 ppm.

## **2.1.6.2 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE EVALUACIÓN EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS**

### **Coliformes totales**

La presencia de estas bacterias en cuerpos de agua sean de tipo marinas o estuarinas se denominan patógenas acuáticas presentan una tasa de supervivencia inferior a otros microorganismos patógenos (Cheme, 2020).

Estudios realizados por (Baños-Cruz & Castro-Rendón, 2013) en el estero salado en los tramos (B, D, G Y E), en agua y sedimento estuarino registran valores desde < 180 a >160000 NMP/100mL. Las mayores concentraciones se encontraron en los puentes: Av. Linderos, Miraflores y Alban Borja; no cumplen con las normas ecuatorianas establecidas.

### **Coliformes Fecales**

Son bacterias que se originan en excretas indistintas si son animales o humanas, este tipo de bacterias tienen la capacidad de proliferar en altas temperaturas lo cual lo hace resistente produciendo enfermedades por aguas no tratadas correctamente (Cheme, 2020)

Los Coliformes fecales son excelentes indicadores microbiológicos para determinar la calidad de aguas estuarinas por su capacidad de adaptación y resistencia al medio marino lo cual permite revelar si el medio ha sufrido contaminación fecal por descargas de aguas residuales (Suárez & Rivera, 2015)

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MÉTODO CIENTÍFICO EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN**

La metodología implementada en esta investigación corresponde al método científico se utilizaron un conjunto de reglas y procedimientos que orientan a la investigación con la finalidad de poder alcanzar un conocimiento objetivo de la realidad del ecosistema del sector la “Playita del Guasmo”, demostrado y comprobado racionalmente.

#### **3.2 METODOLOGÍA**

##### **ÁREA DE ESTUDIO**

Para realizar el presente estudio, se dividió el ecosistema en 3 zonal, Z1 o poblacional cercana al Balneario de la Playita del Guasmo, Z2 o zona estuarina y Z3 Zona de Manglar e Industrial por la presencia del sector de Camaroneras (Anexo 1), fueron seleccionadas 12 estaciones de monitoreo (Cuadro 1), se tomaron 12 muestras de agua y 9 de sedimento, cada estación fue identificada con código y coordenadas geográficas, mediante Sistema de Posicionamiento Global) (Anexo 13), la investigación se realizó en época seca en los meses de junio y julio, de los cuales se realizaron 2 monitoreos, transcurriendo un tiempo de 1 mes entre monitoreo, para la ejecución de los monitoreos se utilizaron embarcaciones a remo (Anexo 4) las cuales cumplían con las condiciones adecuadas para realizar el trabajo de campo.

#### **3.3 Criterios de investigación**

##### **3.3.1 Selección de las estaciones de muestreo.**

- Para la selección de las estaciones de muestreo se tomaron Criterios técnicos dados por el Instituto Oceanográficos y Antártico de la Armada (**INOCAR**) entre los cuales tenemos:

- Influencia de la población que habita entre las cooperativas San Felipe y Miami Beach
- Influencia del sector industrial, camaroneras
- Influencia de la zona de las exclusas
- Influencia de Puerto marítimo

Cuadro 1. Código y coordenadas de las estaciones de monitoreo de agua y sedimento del ecosistema estuarino “La Playita del Guasmo”

Estaciones de monitoreo	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
<b>E1</b>	2°17'08''S	79°53'09'' W
<b>E2</b>	2°17'07'' S	79°53'01''W
<b>E3</b>	2°17'06''S	79°53'08'' W
<b>E4</b>	2°17'09'' S	79°53'04'' W
<b>E5</b>	2°17'09''S	79°53'00'' W
<b>E6</b>	2°17'08''S	79°52'57'' W
<b>E7</b>	2°17'11''S	79°53'02'' W
<b>E8</b>	2°17'09''S	79°52'57'' W
<b>E9</b>	2°17'07''S	79°52'54'' W
<b>E10</b>	2°17'08''S	79°52'54'' W
<b>E11</b>	2°17'09''S	79°53'08'' W
<b>E12</b>	2°17'10''S	79°53'08'' W

La metodología aplicada se dividió en 3 etapas

### **Primera etapa: Trabajo de campo o Monitoreo**

Se realizó el trabajo de campo o monitoreo entre los meses de junio y julio, en época seca, se empleó las tablas de Mareas (Anexo 14 y Anexo 15), del INOCAR para verificar el estado de marea en Pleamar, posteriormente se dividió al ecosistema estuarino en 3 zonas, Z1 Poblacional a la orilla del Balneario de la Playita del Guasmo, la Z2 de estuario, en el centro del mismo, en el medio del estuario, la Z3 de Manglar o industrial, las cuales se realizó el muestreo de 12 estaciones (Anexo 13), dentro la Zona 1° o poblacional se encuentran las estaciones: E1, E2, E3, dentro de la Zona 2 o estuarina se encuentran las estaciones: E4, E5, E6, E9, E10, E11, E12, y por ultimo tenemos las estaciones E7 y E8 que se encuentran dentro de la Zona de manglar o industrial, las zonas y estaciones de muestreo fueron escogidas de acuerdo a criterios de investigación y los protocolos estandarizados por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (**INOCAR**), se seleccionaron 12 estaciones de muestreo para agua estuarina. Para el análisis de sedimento estuarino se escogieron 9 estaciones exceptuando las estaciones E1, E2, E3, por encontrarse al pie del Balneario de la Playita del Guasmo, debido que esta zona poblacional ha sufrido cambios antropogénicos, para los diferentes análisis se escogieron 7 tipo de envases, los botellas de Winkler oscuras de 300 ml para la determinación de DBO (Anexo 10), botellas de Winkler para la determinación de oxígeno disuelto (Anexo 9), Botellas plásticas de 500 ml para la determinación de parámetros físicos como Conductividad, Salinidad, Turbidez, Sólidos totales suspendidos, Sólidos totales Disueltos (Anexo 12), Botellas plásticas de 250 ml para el análisis de nutrientes: fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos (Anexo 7), envases de orina estériles para la determinación de coliformes fecales y totales, y fundas estériles para la determinación de metales pesados: Plomo y Cadmio (Anexo 9).

Las muestras fueron analizadas de forma inmediata a excepción de las muestras de agua para Micronutrientes y de sedimento para metales pesados las cuales fueron preservadas en refrigeración durante 24 horas para el posterior análisis.

## **Segunda etapa: Determinación de Parámetros**

Los parámetros empleados para el análisis de muestra en la presente investigación fueron escogidos de acuerdo a los protocolos Estandarizados del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (**INOCAR**) y de acuerdo al Libro VI Anexo 1 TULSMA, entre los parámetros seleccionados tenemos:

**Parámetro Físicos:** Conductividad, Salinidad, Sólidos totales disueltos (TDS), Sólidos totales Suspendidos (TSS), Turbidez (en agua estuarina)

**Parámetros Químicos:** Nutrientes (en agua estuarina), Metales pesados (en sedimento estuarino)

**Parámetros Microbiológicos:** coliformes totales y fecales (en agua y sedimento estuarino)

## **Tercera etapa: Análisis estadístico de los datos obtenidos**

### **Agua**

Para establecer diferencias entre muestreos, se realizó un análisis (**Mann Whitney**), y entre zonas y estaciones, con Análisis de Varianza no paramétrico (**Kruskal Wallis**) luego de comprobar el no cumplimiento de los supuestos de Normalidad (**Kolmogórov-Smirnov**) y Homocedasticidad (**Levene**) siguiendo las recomendaciones de (Zar, 1996) y (Sheskin, 2004)

Para establecer las relaciones entre las variables ambientales, se realizó un Análisis de Componentes Principales a partir de la matriz de correlación múltiple (Johnson & Wichern, 2003)

Para establecer comparaciones del conjunto de variables, entre los tres sectores del estero, se realizó un Análisis Multidimensional No Paramétrico (**nmMDS**) y **ANOSIM**, (Clarke & Gorley, 2006).

### **Sedimentos:**

Para establecer diferencias entre las dos zonas, se realizó un análisis de **Mann Whitney**, siguiendo los protocolos anteriores.

### **3.4 Tipo de investigación**

**Tipo de investigación:** Cuantitativa

### **3.5 Modalidad de la investigación.**

La modalidad empleada para esta investigación es la modalidad de campo debido a que requiere ir al lugar de investigación donde se generan los datos

### **3.6 Diseño de la investigación**

Diseño no experimental, longitudinal.

### **3.7 Técnica de recolección de la información**

Análisis de contenido

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1 Análisis de resultados

Se realiza análisis estadístico de los resultados así como comparación con las normativas vigentes criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas de estuarios, que se presentan en la **Tabla N°2 del Anexo I del Libro VI del TULSMA** y literatura relacionada con el tema de investigación.

#### 4.2: Resultados de análisis físicos en agua estuarina

##### 4.2.1 Parámetro pH

Datos/Variable: pH

48 valores con rango desde 4.0 a 5.0

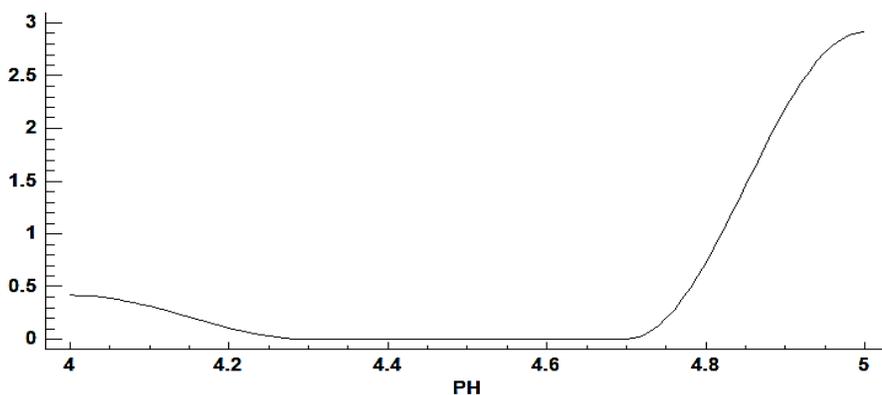


Figura 1 Diagrama para el parámetro de pH

#### Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro pH

Debido a que el **valor-P** es menor a **0.05**, se rechaza la idea de que pH proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

#### Comparación entre monitoreos: dos muestras independientes

## Resumen estadístico para el parámetro pH



**Figura 2: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro pH por monitoreo**

### Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro pH

**Descripción del análisis estadístico:** Debido a que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** Tenemos un promedio de 4.83333 en el **primer monitoreo** en el mes de Junio con un mínimo de 4.0 y un máximo de 5.0, en el **segundo monitoreo** en el mes de Julio se detectó un promedio de 4,91667 con un mínimo de 4.0 y un máximo de 5.0, según la normativa ambiental **LIBRO VI, ANEXO 1: RECURSO AGUA**, los valores deben encontrarse en un rango de 6,5 a 9,5, lo que indica que el agua del estuario cobina en el sector “La Playita del Guasmo” no cumple con los criterios de calidad admisibles según la normativa ecuatoriana para el parámetro pH, esto puede deberse a la presencia de sustancias ácidas al estar cercano al sector industrial, o sustancias húmicas que son polímeros acídicos, aromáticos que se originan a partir de productos de descomposición de plantas y animales presente en el suelo y aguas naturales relativamente estables frente a la flora y fauna (Conzonno, 1996).

### Verificación de varianza: entre zonas

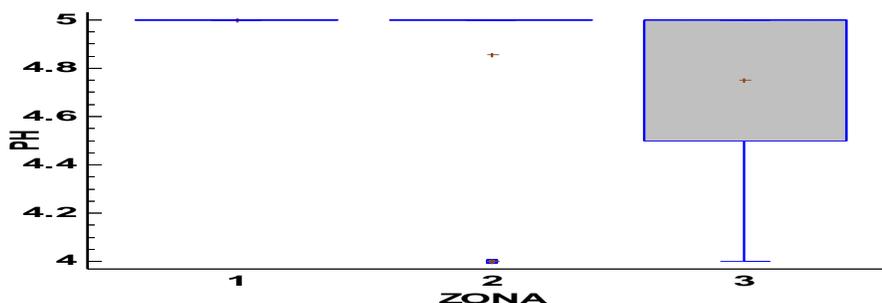


Figura 3: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro pH por zona

El valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

### Prueba de Kruskal-Wallis para pH por zona

Estadístico = 2.87755 Valor-P  $\geq 0.05$

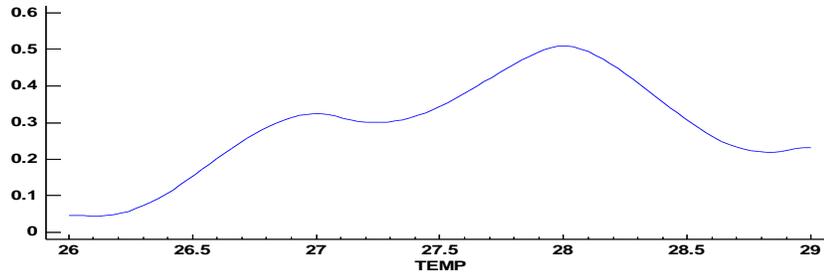
Debido que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas:** En el diagrama de caja de bigotes por zona podemos observar que en la zona 3 se encuentran los valores más bajo de pH, con un valor de 4.0 el cual se encuentra en la estación E7, esta estación se encuentra cercana al manglar donde se produce sustancias húmicas originadas de la descomposición de plantas y animales, las mismas se encuentra presente tanto en suelo y agua estuarina.

### 4.2.2 Parámetro Temperatura

**Datos/Variable:** Temperatura

48 valores con rango desde 26.0 a 29.0



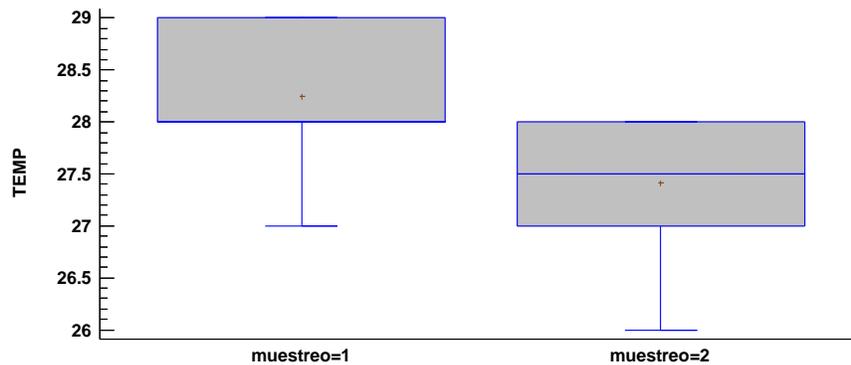
**Figura 4: Diagrama para el parámetro de temperatura**

**Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Temperatura.**

El valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Temperatura proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Comparación entre monitoreos: dos muestras independientes**

**Resumen estadístico para el parámetro Temperatura**



**Figura 5: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro temperatura por monitoreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Temperatura**

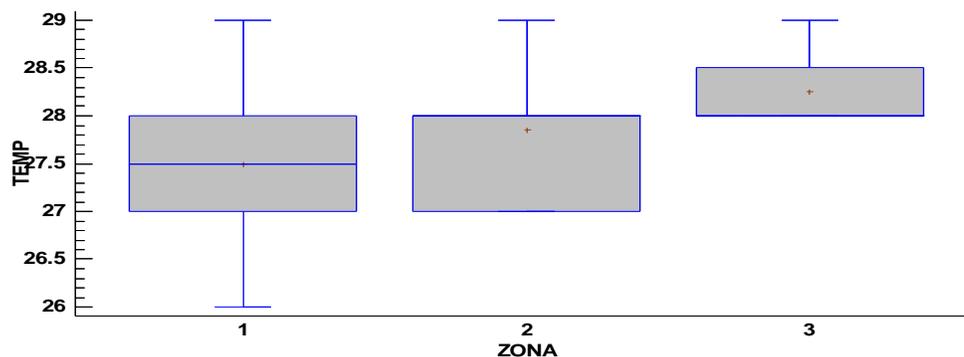
### Descripción del análisis estadístico:

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreos:** La temperatura presenta un promedio de 28,25°C en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 27.°C y un máximo de 29.0 °C, en el segundo monitoreo en el mes de Julio se determinó un promedio de 27.4167 °C con un mínimo de 26.0 °C y un máximo de 28°C., comparados con estudios realizados por (Suárez & Rivera, 2015), tenemos que el promedio de temperatura más alto es de 37°C, siendo los resultados de nuestro estudio inferiores, posiblemente a que el clima en el primer motinotero se encontraba parcialmente soleado y en el segundo monitoreo se encuentra parcialmente nubado

### Verificación de Varianza

Debido que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza



**Figura 6: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro temperatura por zona**

### Prueba de Kruskal-Wallis para el parámetro Temperatura por zona

Estadístico = 3.83067 Valor-P  $\geq 0.05$

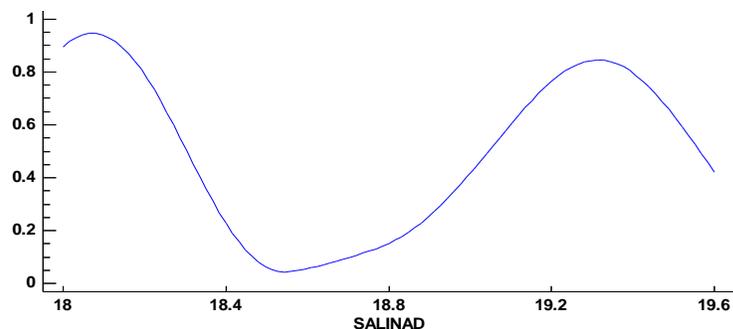
Kruskal Wallis demuestra que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas:** En el diagrama de caja de bigotes observamos la comparación por zonas, donde en la zona 3 encontramos el mayor rango de temperatura entre 28,1 °C y 29 °C, la temperatura elevada en esta zona se posiblemente se deba a la cercanía de las estaciones a la industrias camaroneras.

### 4.2.3 Parámetro Salinidad

**Datos/Variable: Salinidad**

48 valores con rango desde 18.01 a 19.55



**Figura 7: Diagrama para el parámetro de salinidad**

### **Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro de Salinidad**

El valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro de salinidad proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### **Comparación entre monitoreos: dos muestras independientes**

## Resumen estadístico para el parámetro Salinidad



Figura 8: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro salinidad por monitoreo

## Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Salinidad

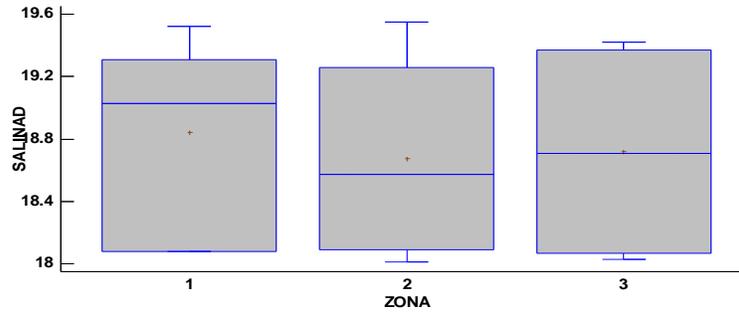
### Descripción del análisis estadístico:

Tenemos que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreo:** La salinidad presenta un promedio de 18,1325 UPS en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 18,01 UPS y un máximo de 18,8 UPS, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 19,3142 UPS con un mínimo de 19,04 UPS y un máximo de 19,55 UPS, siendo en el segundo monitoreo donde se registran los valores más altos de salinidad con un valor de 19,55 en la estación E4.

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza



**Figura 9: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro salinidad por zona**

**Prueba de Kruskal-Wallis para Salinidad por zona**

Estadístico = 0.635778 Valor-P  $\geq 0.05$

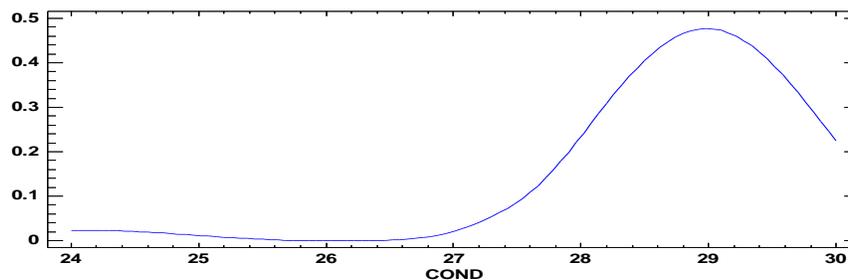
El valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas:** La comparación por zonas según **K.W.** se muestra en el diagrama de caja de bigotes un compartamiento similar en las 3 zonas teniendo un promedio de 18,2 ups a 19,55 siendo la estación con mayor valor de salinidad **E4** en la zona 2 con un valor de 19,55 la cual se encuentra en la zona 2 o estuarina.

**4.2.4 Parámetro Conductividad**

**Datos/Variable: Conductividad**

48 valores con rango desde 24.1 a 29.3



**Figura 10: Diagrama para el parámetro de conductividad**

## Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro conductividad

Prueba de bondad de ajustes muestran que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Conductividad proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### Comparación entre monitoreos: dos muestras independientes

#### Resumen estadístico para el parámetro Conductividad

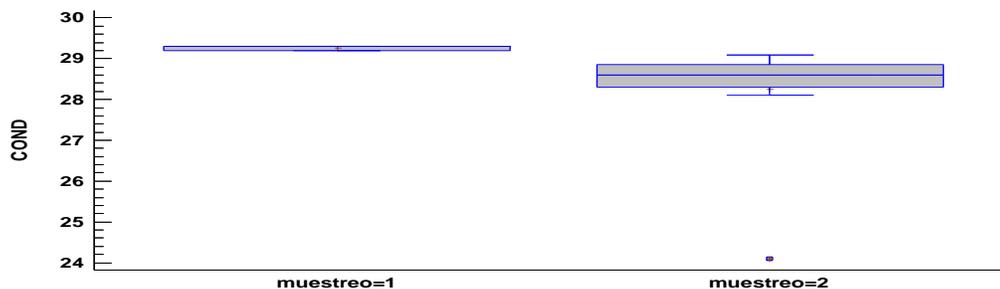


Figura 11: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro conductividad por monitoreo

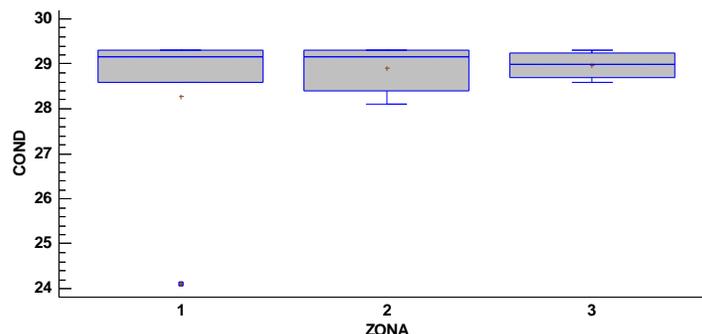
## Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Conductividad

### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreo:** La conductividad presenta un promedio de 29,2583 mS/cm en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 29,2 mS/cm y un máximo de 29,3 mS/cm, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 28,25 mS/cm con un mínimo de 24,1 mS/cm y un máximo de 29,1 mS/cm

## Verificación de Varianza



**Figura 12: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro conductividad por zona**

Debido que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

### Prueba de Kruskal-Wallis para Conductividad por zona

Estadístico = 0.049755 Valor-P  $\geq 0.05$

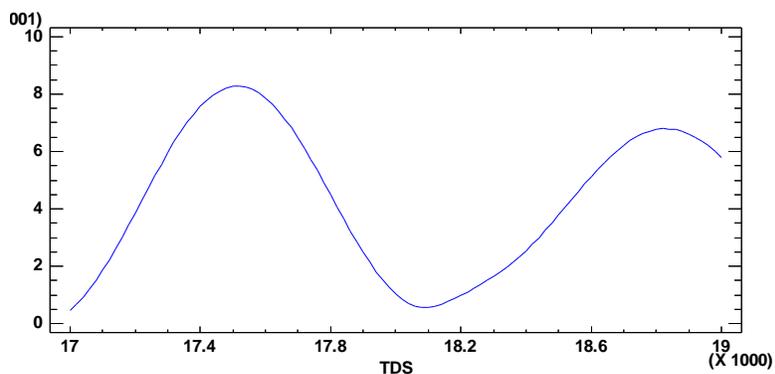
El valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas :** El diagrama de caja de bigotes demuestra que los valores para el parámetro de conductividad se comportan de forma similar en las 3 zonas de estudio manteniéndose en un promedio entre los 28,2 y 29,4 mS/cm entre la zona , los valores más altos de conductividad se registran en la zona 1 y 2 en las estaciones (E2, E3, E4, E5), 29,33 mS/cm guardando relación con el comportamiento del parámetro de salinidad.

### 4.2.5 Parámetro Sólidos totales disueltos (TDS)

**Datos/Variable: Sólidos totales disueltos (TDS)**

48 valores con rango desde 17470.0 a 19000.0



**Figura 13: Diagrama para el parámetro de Sólidos totales disueltos (TDS)**

**Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro de Sólidos totales disueltos (TDS)**

Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro de Sólidos totales disueltos (TDS) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Comparación entre monitoreos: dos muestras independientes**

**Resumen estadístico para el parámetro Sólidos totales disueltos (TDS)**



**Figura 14: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Solidos totales disueltos (TDS) por monitoreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Sólidos totales disueltos (TDS)**

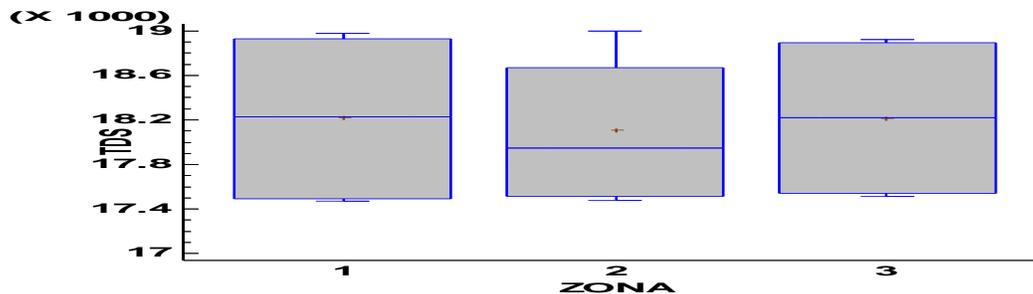
### Descripción del análisis estadístico:

Tenemos que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** En el parámetro sólidos totales disueltos (TDS) contamos con un promedio de 17514,2 mg/l en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 17470,0 mg/l y un máximo de 17570,0 mg/l, en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 18793,3 mg/l con un mínimo de 18350,0 mg/l y un máximo de 19000,0 mg/l comparando con estudios realizados por (Suárez & Rivera, 2015) presentan concentraciones de (TDS) 26200 mg/l, siendo nuestros resultados inferiores, encontrando una disminución de sólidos totales disueltos desde el 2015 hasta el 2021.

### Verificación de Varianza

El valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 15: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro sólidos totales disueltos (TDS) por zona**

### Prueba de Kruskal-Wallis para Sólidos totales disueltos (TDS) por zona

Estadístico = 1.13402 Valor-P  $\geq 0.05$

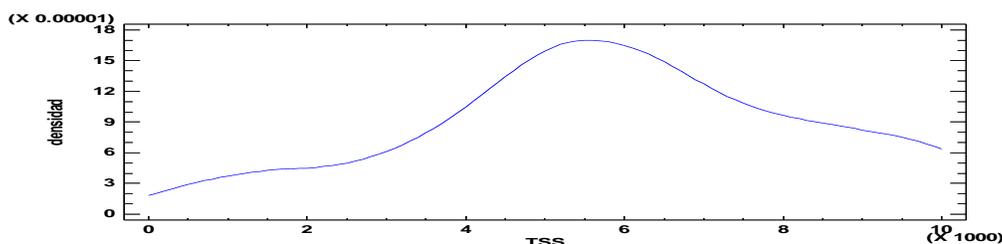
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zonas:** El rango promedio en las 3 zonas son similares con valores que van desde 17.500 mg/l hasta 18.900 mg/ml, estos valores comparados con estudios anteriores realizados por (Suárez & Rivera, 2015) presentan una concentración promedio de 21.875 mg/l, siendo nuestros resultados inferiores, e investigaciones realizadas por (Tapia-Villalta, 2014) realizados en un segmento del estero salado presenta un valor promedio de 12.166 mg/l, siendo nuestros resultados superiores, encontrándose entre el promedio entre las dos investigaciones.

#### 4.2.5 Parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS)

**Datos/Variable: Sólidos totales suspendidos (TSS)**

48 valores con rango desde 1500.0 a 9894.12



**Figura 16: Diagrama para el parámetro de Sólidos totales suspendidos (TSS)**

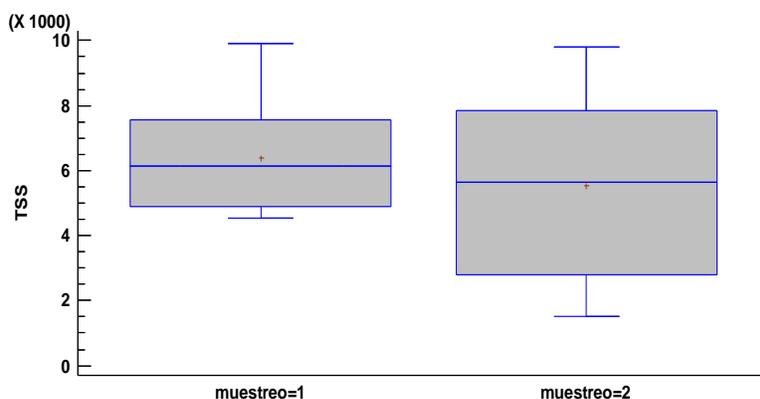
**Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro de Sólidos totales suspendidos (TSS)**

Tenemos que el valor-P es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que el parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Resumen estadístico para el parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS)**

**Prueba t para comparar medias parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS)**

Suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.22603$  valor-P  $\geq 0.05$



**Figura 17: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS) por monitoreo**

#### **Descripción del análisis estadístico:**

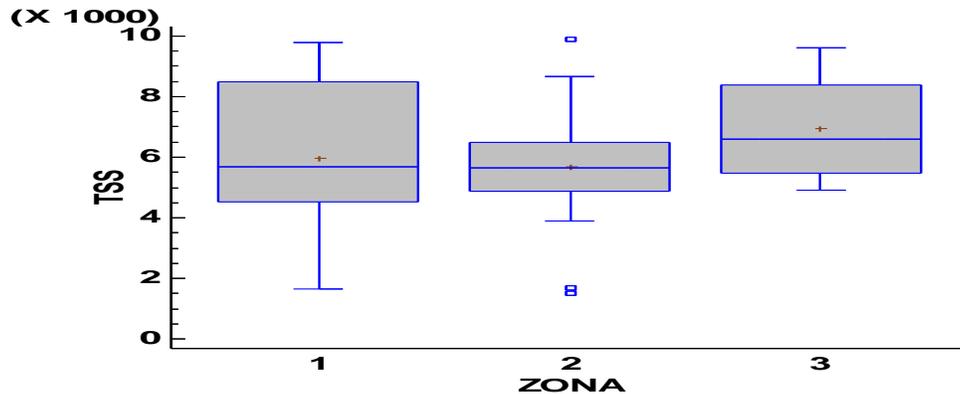
Puesto que el valor-P calculado no es menor que 0.05, no se puede rechazar la hipótesis nula.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, la suposición es cuestionable puesto que los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar sugieren que pueden existir diferencias significativas entre ellas.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** Los sólidos totales suspendidos (TSS) presentan un promedio de 6389,65 mg/l en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 4533,33 mg/l y un máximo de 9894,12 mg/l, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 5546,49 mg/l con un mínimo de 1500,0 mg/l y un máximo de 9800,0 mg/l, estos valores son superiores comparados con (Suárez & Rivera, 2015) con un valor promedio de 64,4 mg/l y estudios realizados por (Tapia-Villalta, 2014) con un promedio de 64,4 mg/l, lo que explicaría la baja concentración de oxígeno disuelto, viéndose afectado el proceso de fotosíntesis.

#### **Verificación de Varianza**

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza



**Figura 18: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Sólidos totales suspendidos (TSS) por zona**

#### **Prueba de Kruskal-Wallis para TSS por zona**

Estadístico = 1.48444 Valor-P  $\geq$  0.05

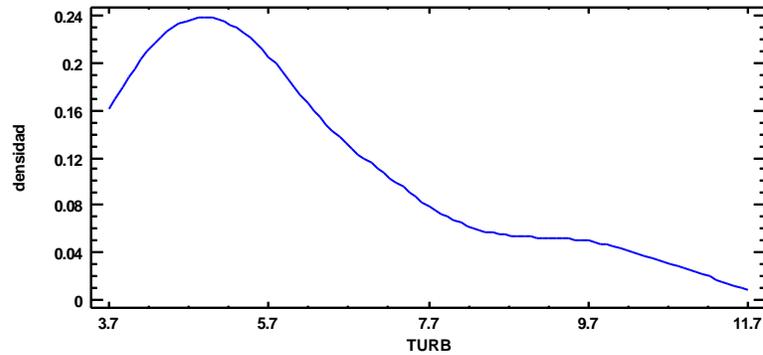
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas :** Según **K.W** tenemos en la zona 1 valores que van desde 1.500 mg/l 9.500 mg/l en la zona 2 contamos con valores desde los 4.000 mg/l hasta los 8.500 mg/l y en la zona 3 tenemos valores que van desde los 5.000 mg/l hasta los 9.000 mg/l, siendo la zona 1 la de valores promedios más altos de sólidos suspendidos, debido a ser la zona más cercana a la población.

#### **4.2.5 Parámetro Turbidez**

Datos/Variable: Turbidez

48 valores con rango desde 3.77 a 10.1

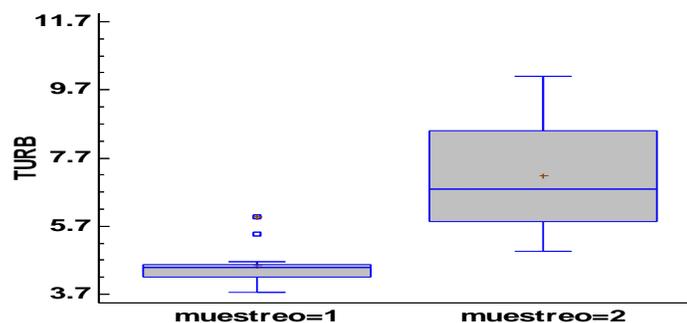


**Figura 19: Diagrama para el parámetro de Turbidez**

**Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro de Turbidez**

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que el parámetro turbidez proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Resumen Estadístico para el parámetro Turbidez**



**Figura 20: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro turbidez por muestreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas**

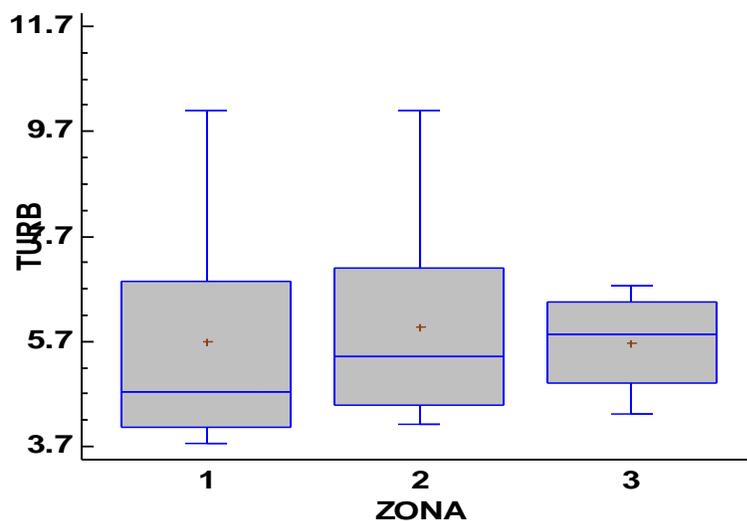
**Descripción del análisis estadístico:**

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** Los resultados de turbidez presentan un promedio de 4,5475 NTU en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 3,77 NTU y un máximo de 5,97 NTU, en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 7,17333 NTU con un mínimo de 4,97 NTU mg/l y un máximo de 10,1 NTU, comparados con estudios realizados por (Suárez & Rivera, 2015) con una turbidez de 19,05 NTU y estudios realizados por (Tapia-Villalta, 2014) de 11,69 indicando que hay una menor concentración de turbidez en el presente estudio.

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 21: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Turbidez por zona**

### Prueba de Kruskal-Wallis para el parámetro Turbidez por zona

Estadístico = 1.20621 Valor-P  $\geq 0.05$

Tenemos que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

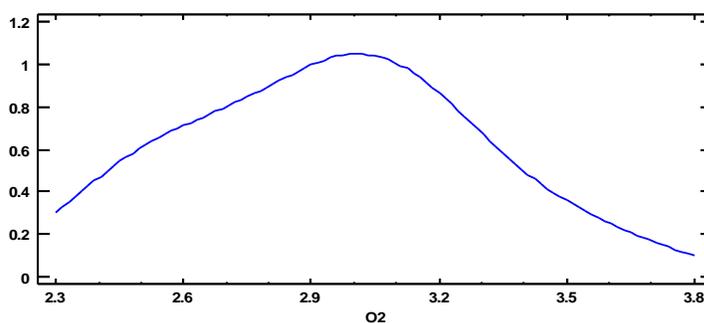
**Análisis entre zonas:** En el primer monitoreo la estación E9 presenta mayor turbidez con un valor de 5,97 NTU, en el segundo monitoreo la estación E2 presenta una concentración de 10,1 NTU eso demuestra que en el segundo monitoreo hubo mayor grado de turbidez en la zona 1 concordando con los valores de solidos totales suspendidos por monitoreo cuyas concentraciones más altas se encuentran en esta misma zona

### 4.3 Resultados de análisis químicos en agua estuarina

#### 4.3.1 Parámetro Oxígeno Disuelto

**Datos/Variable: O<sub>2</sub>**

48 valores con rango desde 2.38 a 3.61



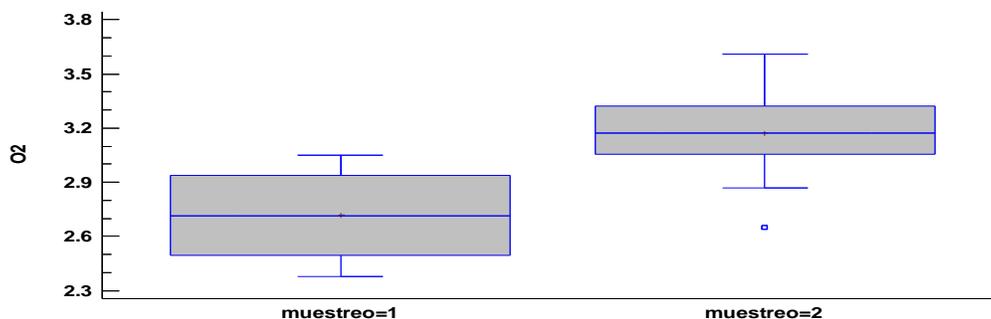
**Figura 22: Diagrama para el parámetro de O<sub>2</sub>**

#### **Pruebas de Bondad de Ajuste o Prueba de Kolmogorov-Smirnov para O<sub>2</sub>**

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que O<sub>2</sub> proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

#### **Resumen Estadístico para el parámetro O<sub>2</sub>**

#### **Prueba t para comparar medias**



**Figura 23: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Oxígeno Disuelto por monitoreo**

#### **Descripción del análisis estadístico:**

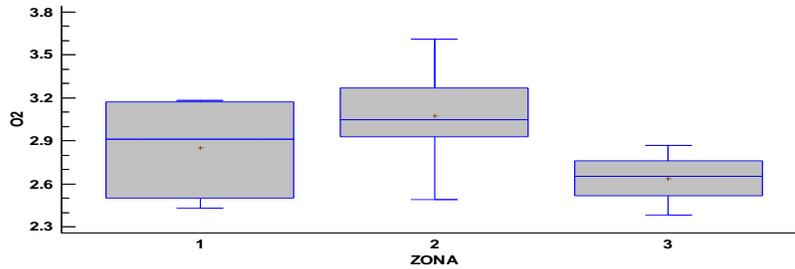
Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, esa suposición parece razonable, con base en los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** En el parámetro Oxígeno disuelto se presenta un promedio de 2,71917 mg/l en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 2,38 mg/l y un máximo de 3,05 mg/l, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 3,17417 mg/l con un mínimo de 2,65 mg/ly un máximo de 3,61 mg/l comparado con la normativa ecuatoriana **LIBRO VI, ANEXO 1: RECURSO AGUA** la cual presenta un límite permisible de 5 mg/l en los Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Siendo los valores obtenidos en el primero y segundo monitoreo inferiores a la normativa ecuatoriana.

#### **Verificación de Varianza**

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 24: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Oxígeno Disuelto por zona**  
**Prueba de Kruskal-Wallis para O2 por zona**

Estadístico = 11.9307 Valor-P  $\leq 0.05$

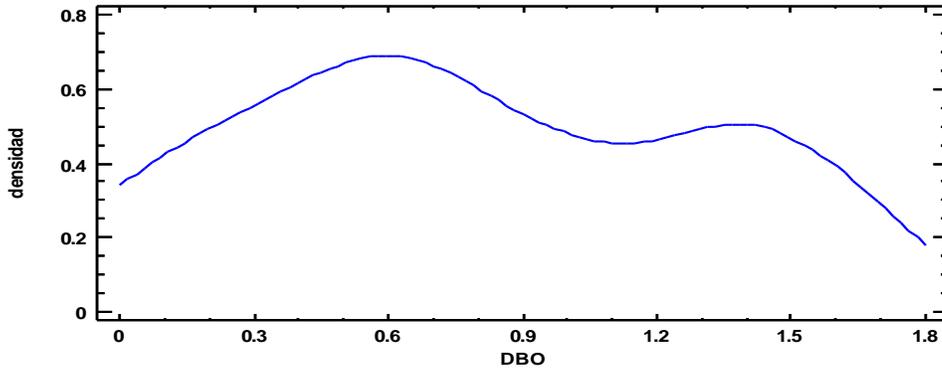
El valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zonas:** Según **K.W.** la zona de menor concentración de oxígeno disuelto es la zona 3 con un valor mínimo de 2,4 mg/l hasta 2,8 mg/l, la zona 2 presenta la mayor concentración de oxígeno disuelto con concentración desde 2,5 mg/l hasta 3,7 mg/l, comparado con la normativa ecuatoriana **LIBRO VI, ANEXO 1: RECURSO AGUA**, las 3 zonas se encuentra bajo el límite permisible de 5 mg/l lo que puede provocar condiciones de anoxia para la vida acuática del estuario cobina.

#### 4.3.2 Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno

Datos/Variable: DBO

48 valores con rango desde 0.0 a 1.61



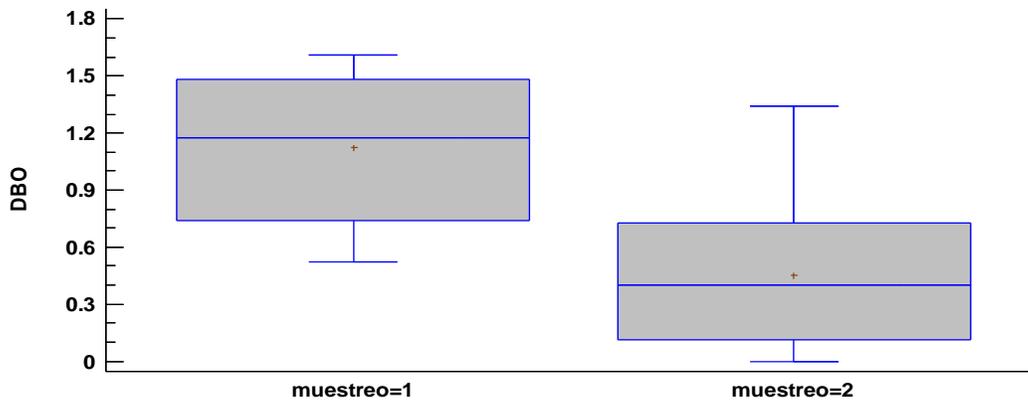
**Figura 25: Diagrama para el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno**

### Pruebas de Bondad-de-Ajuste para DBO

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que DBO proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### Resumen Estadístico para DBO



**Figura 26: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno por monitoreo**

## Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

### Descripción del análisis estadístico:

El valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

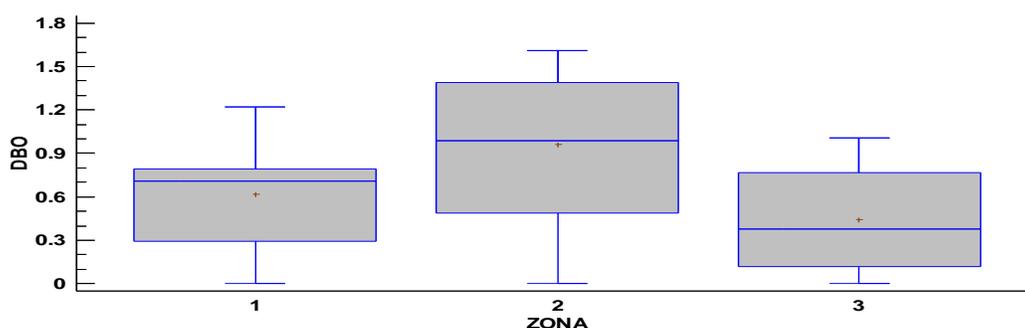
**Análisis entre monitoreo:** La Demanda Bioquímica de Oxígeno presenta un promedio de 1,12583 mg/l en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 0,52 mg/l y un máximo de 1,61 mg/l, en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 0,454167 mg/l con un mínimo de 0,0 mg/l y un máximo de 1,34 mg/l, el valor más alto de DBO se encuentra en la estación E5, en el primer monitoreo. posiblemente se deban a la alta concentración de materia orgánica.

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

## Prueba de Kruskal-Wallis para DBO por zona

Estadístico = 7.66609 Valor-P  $\leq 0.05$



**Figura 27: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno por zona**

### Descripción del análisis estadístico

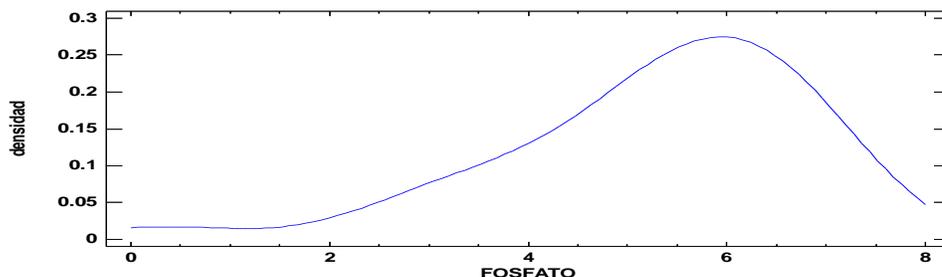
Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zona:** En el análisis de **K.W.** por zona, tenemos que la zona 2 de mayor concentración de DBO con valores de concentración que van desde 0 mg/ml hasta 1,61 mg/ml, comparados con análisis realizados por (Suárez & Rivera, 2015) muestra que el valor más alto de concentración para DBO es de 2,66 mg/l, observamos que nuestros resultados son inferiores.

### 4.3.3 Parámetro Fosfatos

**Datos/Variable: Fosfatos**

48 valores con rango desde 0.406 a 6.966

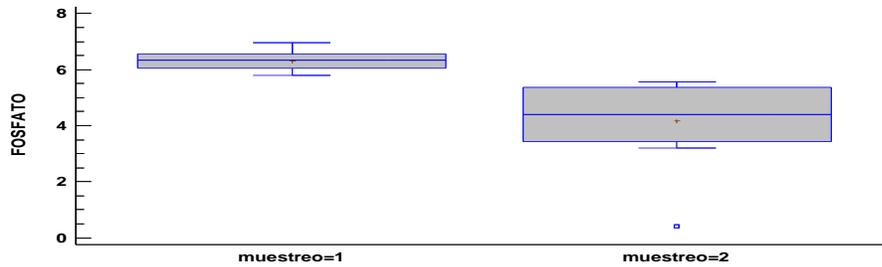


**Figura 28: Diagrama para el parámetro de fosfatos**

### Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Fosfatos

Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Fosfatos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### Resumen estadístico para el parámetro Fosfatos



**Figura 29: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro fosfatos por monitoreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Fosfatos**

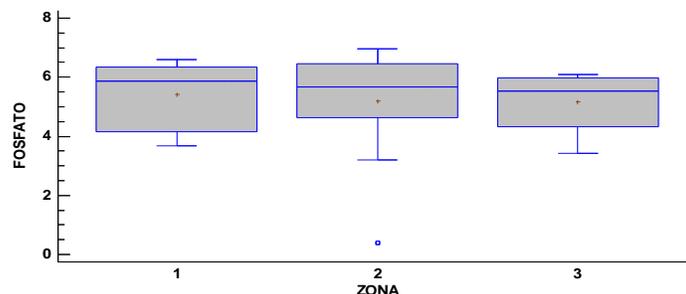
**Descripción del análisis estadístico:**

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** En el parámetro fosfatos presenta un promedio de 6,3135 ug-at/L en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 5,797 ug-at/L y un máximo de 6,966 ug-at/L, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 4,16683 ug-at/L con un mínimo de 0,406 ug-at/L y un máximo de 5,565 ug-at/L, en comparación con (Ureta, 2002), con una concentración de 3,03 ug-at/L, nuestra investigación presenta valores más elevados posiblemente proveniente del desgaste de rocas fosfatadas o animales fosilizados.

**Verificación de Varianza**

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 30: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro fosfatos por zona**

## Prueba de Kruskal-Wallis para Fosfato por zona

Estadístico = 0.971798 Valor-P  $\geq 0.05$

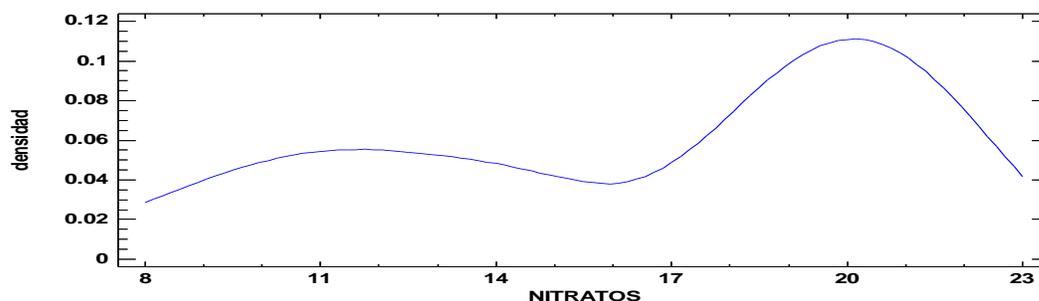
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza

**Análisis entre zonas:** Al realizar comparación entre zonas según **K.W.** tenemos que los mayores niveles de fosfatos se encuentran en la zona 1 con una concentración de 6,5 ug-at/L, y en la zona 2 una concentración de 6,9 ug-at/L, siendo la estación **E9**, la de mayor concentración en el primer monitoreo con un valor de 6,966 ug-at/L, posiblemente por el desgaste de rocas fosfatadas, depósitos de animales fosilizados, excrementos de aves.

### 4.3.2 Parámetro Nitratos

**Datos/Variable: Nitratos**

48 valores con rango desde 8.695 a 21.954

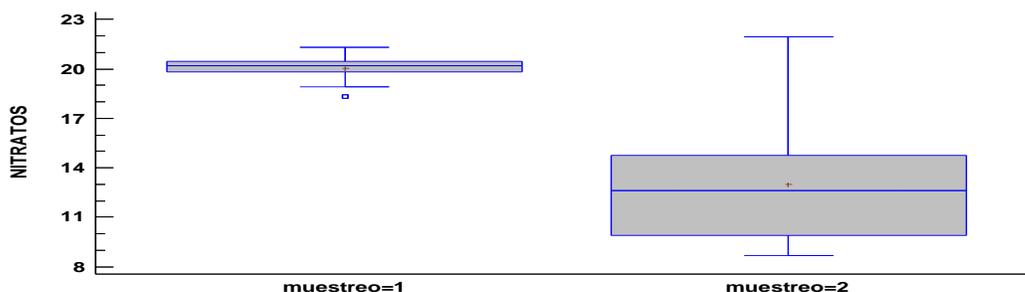


**Figura 31:Diagrama para el parámetro de Nitratos**

### Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Nitratos

Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que Nitratos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

## Resumen estadístico para el parámetro Nitratos



**Figura 32: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Nitratos por monitoreo**

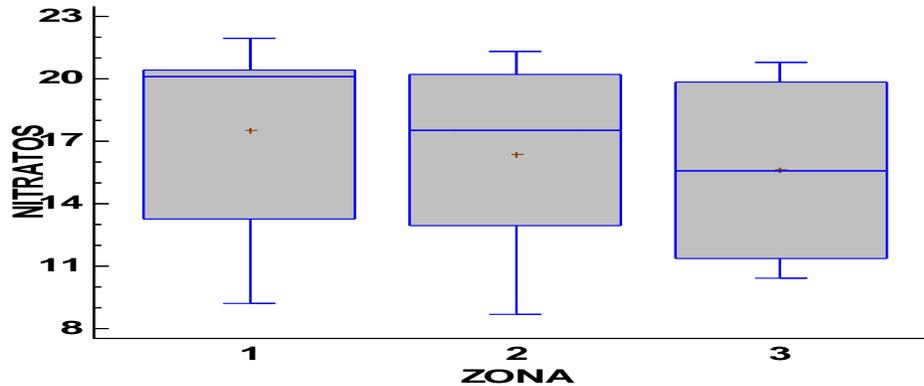
### Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Nitratos

#### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreos:** En el parámetro Nitratos tenemos un promedio de 20,0424 ug-at/L en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 18,314 ug-at/L y un máximo de 21,313 ug-at/L, en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 13,0068 ug-at/L con un mínimo de 8,695 ug-at/L y un máximo de 21,954 ug-at/L, en comparación con (Tapia-Villalta, 2014) que presenta un valor promedio de 11,64 ug-at/L en sistema de flujo, nuestros datos promedios son superiores, esto es posible debido a la escorrentía superficial y subterránea, disolución de depósitos geológicos ricos en nitrógeno, descomposición de materia orgánica.

**Verificación de Varianza:** Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza



**Figura 33: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Nitratos por zona**

### Prueba de Kruskal-Wallis para Nitratos por zona

Estadístico = 1.70851 Valor-P  $\geq 0.05$

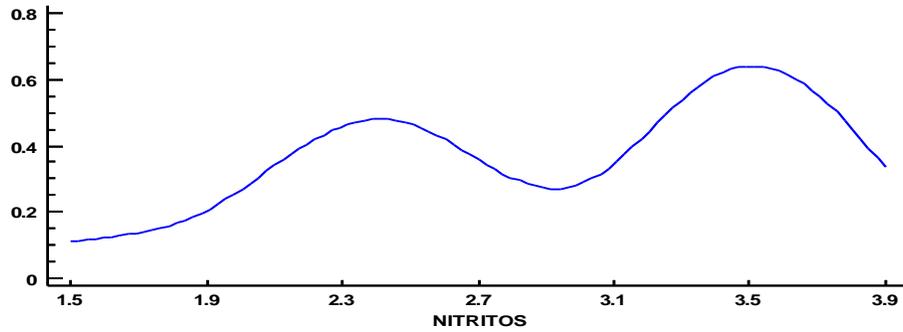
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza

**Análisis entre zonas:** El análisis según **K.W.** demuestra que la estación de mayor concentración es **E4**, con un valor de 21,313 ug-at/L, que se encuentra en la zona 2, pero la zona con un rango de mayor concentración es la zona 1 desde 9,0 ug-at/L, hasta los 22 ug-at/L, la zona 3 es la de menor concentración con un rango entre 11 ug-at/L hasta 21 ug-at/L.

### 4.3.3 Parámetro Nitritos

**Datos/Variable: Nitritos**

48 valores con rango desde 1.535 a 3.746



**Figura 34: Diagrama para el parámetro de nitritos**

**Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Nitritos**

Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Nitritos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Resumen estadístico para el parámetro Nitritos**



**Figura 35: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro nitritos por monitoreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro nitritos**

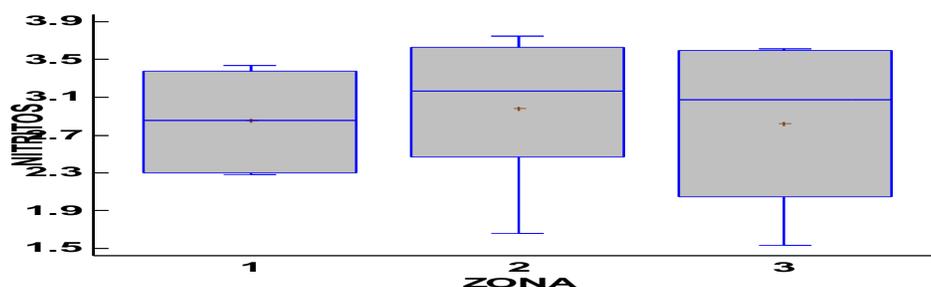
**Descripción del análisis estadístico:**

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreo:** En el parámetro nitritos tenemos un promedio de 3,52842 ug-at/L en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 3,278 ug-at/L y un máximo de 3,746 ug-at/L, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 2,32 ug-at/L con un mínimo de 1,535 ug-at/L y un máximo de 2,6 ug-at/L., con respecto a estudios realizados por (Tapia-Villalta, 2014) reportan valores de concentración promedio de Nitritos de 2,13 ug-at/L, la concentración promedio de nuestro estudio es superior y los valores más altos de Nitritos se encuentran en la estación **E10** con una concentración con un valor de 3.727 ug-at/L y E12 con un valor de 3,746 ug-at/L, las altas concentraciones son tóxica para la vida acuática, tienen mayor permeabilidad branquial que el nitrato, afectando la respiración, provocando mayor absorción branquial.

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 36: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro nitritos por zona**

### Prueba de Kruskal-Wallis para Nitritos por zona

Estadístico = 1.81851 Valor-P  $\geq 0.05$

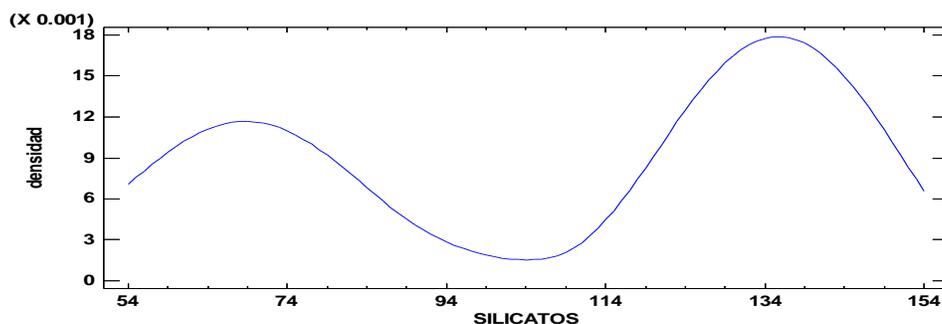
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas:** Según **K.W.** la zona 2 presenta mayor concentración de nitritos con un rango entre 1,7 ug-at/L a 3,7 ug-at/L, la zona de menor concentración es la zona 1 con un rango de 2,3 a 3,4 ug-at/L

### 4.3.3 Parámetro Silicatos

**Datos/Variable: Silicatos**

48 valores con rango desde 54.752 a 139.64

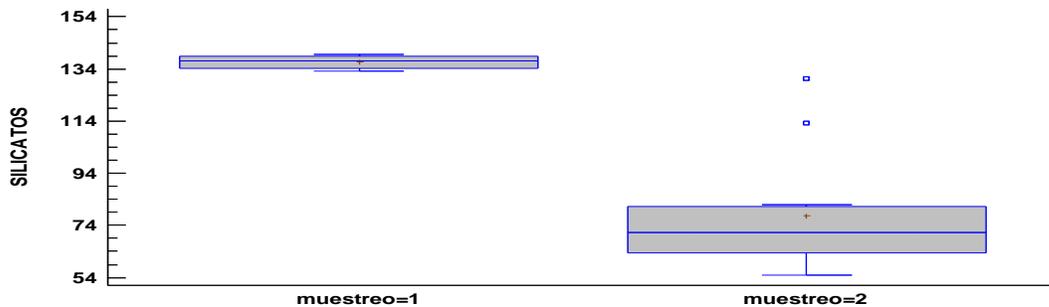


**Figura 37: Diagrama para el parámetro de Silicatos**

### Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Silicato

Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Silicatos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### Resumen estadístico para el parámetro Silicatos



**Figura 38: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Silicatos por monitoreo.**

## Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Silicatos

### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis y discusión entre monitoreos:** En el parámetro silicatos tenemos un promedio de 136,711 ug-at/L en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 133,267 ug-at/L y un máximo de 139,641 ug-at/L, en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 77,6972 ug-at/L con un mínimo de 54,752 ug-at/L y un máximo de 130,29 ug-at/L, comparado con (Tapia-Villalta, 2014), en un segmento del estero salado con una concentración de 367,19 ug-at/L en estado de flujo de marea los datos de nuestra investigación son menores

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

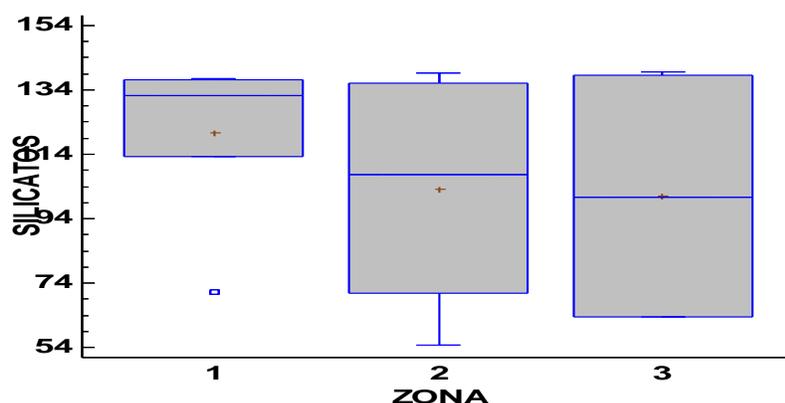


Figura 39: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Silicatos por zona

### Prueba de Kruskal-Wallis para Silicatos por zona

Estadístico = 0.530818 Valor-P  $\geq 0.05$

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

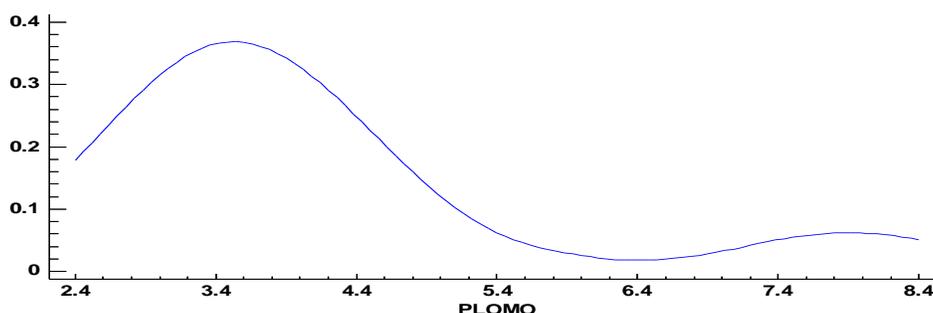
**Análisis entre zonas:** El diagrama de caja de bigote según **K.W.** indican que las concentraciones máximas de silicatos son similares entre la zona 1, zona 2 y la zona 3 es de 34.500 ug-at/L mientras que las concentraciones mínimas tenemos zona 1: 114.000 ug-at/L, en la zona 2 tenemos concentración mínima 54.000 ug-at/L y la zona 3 tenemos una concentración mínima 55.000 ug-at/L.

#### 4.4 Resultados de análisis químicos en sedimento estuarino

##### 4.4.1 Metales pesados: Parámetro Plomo (Pb)

**Datos/Variable: Parámetro Plomo (Pb)**

36 valores con rango desde 2.413 a 7.931

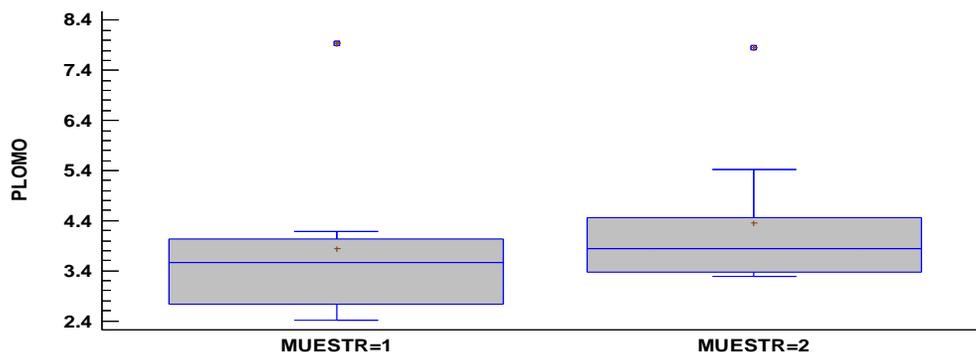


**Figura 40: Diagrama para el parámetro de Plomo (Pb)**

#### **Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Plomo (Pb)**

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Plomo (Pb) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

## Resumen estadístico para el parámetro Plomo (Pb)



**Figura 41: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Plomo (Pb) por monitoreo**

### Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Plomo (Pb)

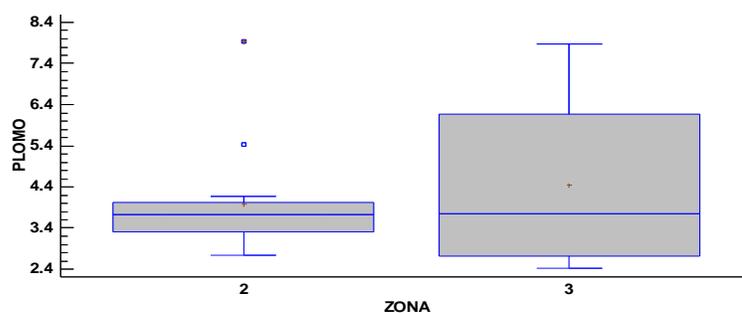
#### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreos:** En el parámetro plomo (Pb) tenemos un promedio de 3,83167 mg/kg en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 2,413 mg/kg y un máximo de 7,931 mg/kg, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 4,34833 mg/kg con un mínimo de 3,295 mg/kg y un máximo de 7,865 mg/kg.

#### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza



**Figura 42: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Plomo (Pb) por zona**

### **Prueba de Kruskal-Wallis para Plomo por zona**

Estadístico = 0.0232198 Valor-P  $\geq 0.05$

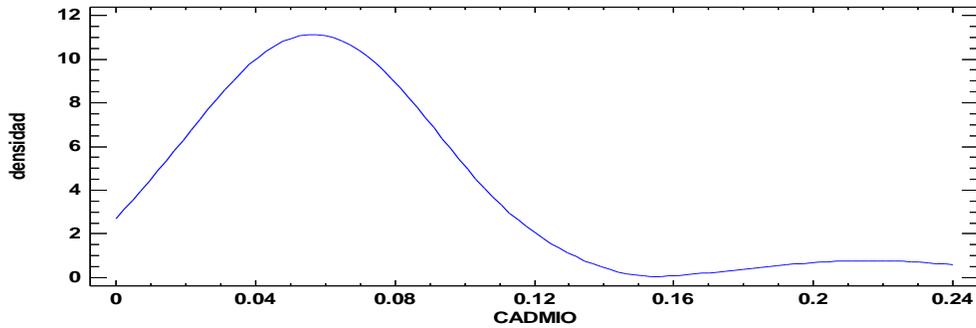
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zonas:** Al realizar el análisis por zonas observamos que los datos de concentración en la zona 2 van desde 2,6 mg/kg hasta los 4,2 mg/kg, mientras en la zona 3 tenemos valores desde 2,4 mg/kg hasta 7,8 mg/kg esta mayor concentración de la zona 3 se deba a la cercanía al sector industrial o debido a la presencia de embarcaciones a motor, tomando como referencia la normativa ambiental ecuatoriana en el **Anexo 2 del libro VI Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados**, cuyo límite permisible es de 19 mg/kg, siendo nuestros resultados inferiores.

### **4.4.2 Metales pesados: Parámetro Cadmio (Cd)**

**Datos/Variable: Parámetro Cadmio (Cd)**

36 valores con rango desde 0.03 a 0.216

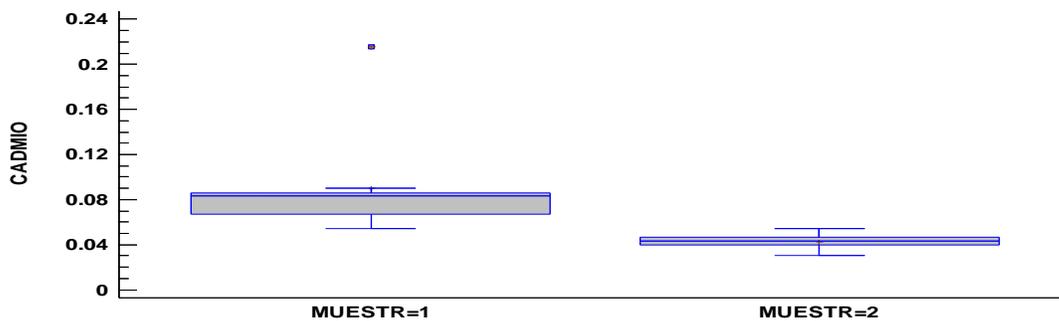


**Figura 43: Diagrama para el parámetro de Cadmio (Cd)**

**Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Cadmio (Cd).**

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Cadmio (Cd) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Resumen estadístico para el parámetro Cadmio (Cd)**



**Figura 44: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Cadmio (Cd) por monitoreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Cadmio (Cd)**

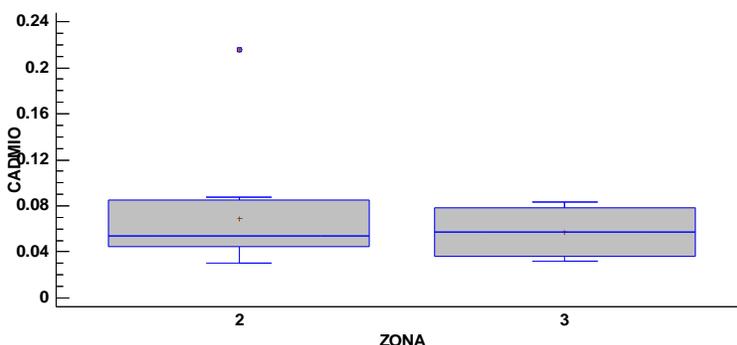
**Descripción del análisis estadístico:**

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreos:** En el parámetro cadmio (Cd) tenemos un promedio de 0,0901111 mg/kg en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 0,054 mg/kg y un máximo de 0,216 mg/kg, en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 0,0426667 mg/kg con un mínimo de 0,03 mg/kg y un máximo de 0,054 mg/kg.

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 45: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Cadmio (Cd) por zona**

### Prueba de Kruskal-Wallis para Cadmio por zona

Estadístico = 0.836777 Valor-P  $\geq 0.05$

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zonas:** Según **K.W.** el diagrama de caja de bigotes demuestra una concentración en sedimento en la zona 2 entre 0,03 mg/kg a 0,09 mg/kg y en la zona 3 entre 0,03 mg/kg a 0,08 mg/kg, demostrando que nuestro estudio presenta niveles de concentración en sedimento inferiores a la normativa **Anexo 2 del libro VI, Norma de**

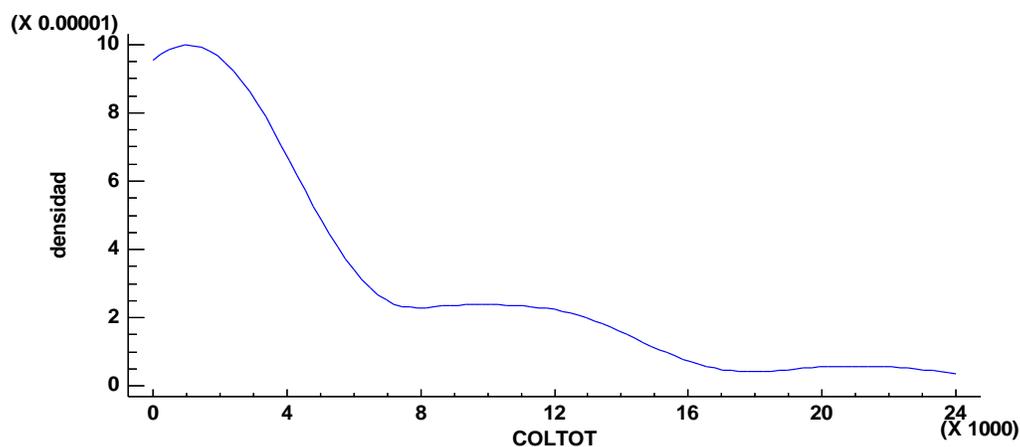
**calidad ambiental del recurso suelo** el cual el límite permisivo es de 0,5 mg/kg nuestro trabajo de investigación se encuentra dentro del límite permisible.

## 4.5 Resultados de análisis microbiológicos en agua estuarina

### 4.5.1 Parámetro Coliformes totales

**Datos/Variable: Coliformes totales**

48 valores con rango desde 150.0 a 21000.0

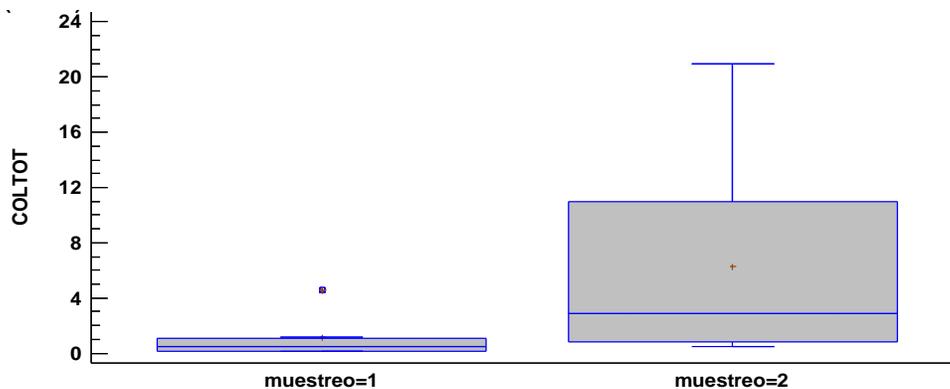


**Figura 46: Diagrama para el parámetro de Coliformes totales**

### **Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Coliformes totales**

Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Coliformes Totales proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### **Resumen estadístico para el parámetro Coliformes totales**



**Figura 47: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes totales por monitoreo**

**Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Coliformes totales**

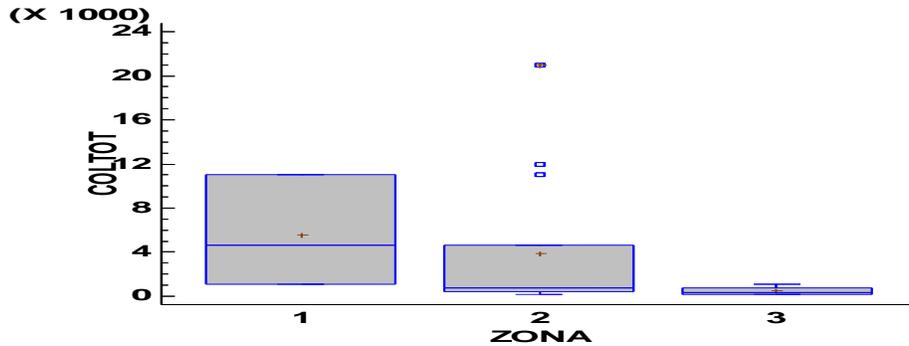
**Descripción del análisis estadístico:**

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreo:** En el parámetro coliformes totales tenemos un promedio de 1188,33 NMP/100 ml en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 150.0 NMP/100 ml y un máximo de 4600,0 NMP/100 ml , en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 6273,33 NMP/100 ml con un mínimo de 460,0 NMP/100 ml y un máximo de 21000,0 NMP/100 ml

**Verificación de Varianza**

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 48: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes totales por zona**

### **Prueba de Kruskal-Wallis para Coliformes totales por zona**

Estadístico = 12.2863 Valor-P  $\leq 0.05$

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza

**Análisis entre zonas:** En el diagrama de caja de bigotes según **K.W.**, muestra una mayor concentración en la zona 1 que va desde 1000 NMP/100 ml hasta los 11000 NMP/ 100 ml, posiblemente se vea reflejado por el descargo de aguas residuales.

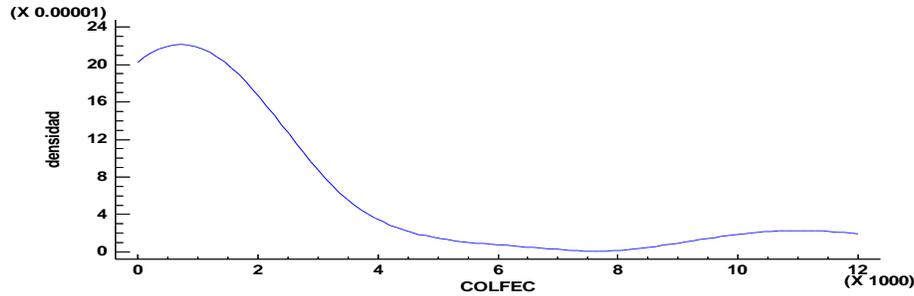
### **4.5.2 Parámetro Coliformes fecales**

**Datos/Variable: Coliformes Fecales**

48 valores con rango desde 9.1 a 11000.0

### **Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Coliformes fecales**

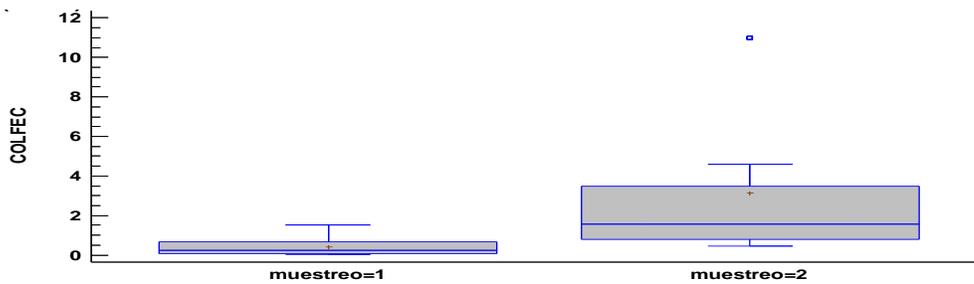
Debido a que el valor-P es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Coliformes Fecales proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



**Figura 49: Diagrama para el parámetro de Coliformes Fecales**

### Resumen estadístico para el parámetro Coliformes Fecales

#### Comparación de Medianas para Coliformes Fecales



**Figura 50: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes Fecales por monitoreo**

### Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Coliformes Fecales

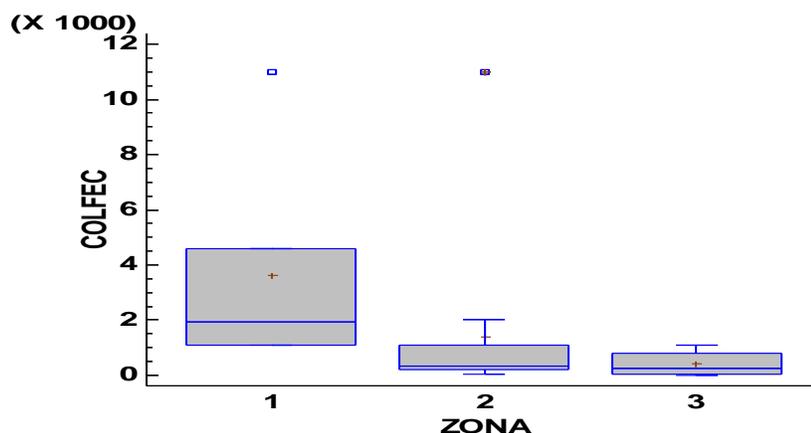
#### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreo:** En el parámetro coliformes fecales tenemos un promedio de 412,342 NMP/100 ml en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 9,1 NMP/100 ml y un máximo de 1500,0 NMP/100 ml, en el segundo monitoreo en el mes de Julio detectamos un promedio de 3140,0 NMP/100 ml con un mínimo de 460,0 NMP/100 ml y un máximo de 11000,0 NMP/100 ml.

## Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.



**Figura 51: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes Fecales por zona**

## Prueba de Kruskal-Wallis para Coliformes fecales por zona

Estadístico = 16.0339 Valor-P  $\leq 0.05$

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zonas:** Con respecto a coliformes fecales también encontramos en la zona 1 se encuentra la mayor concentración en la zona 1 que van desde 1000 NMP/100 ml hasta 11.000 NMP/100 ml comparados con la normativa **LIBRO VI, ANEXO 1: RECURSO AGUA**, máxima hasta 200 NMP/100 ml para coliformes fecales en agua estuarina, como se observa, la concentración de coliformes fecales se encuentran por encima del límite superior de la normativa, se ve reflejado por el descargo de aguas residuales de parte de la población.

## 4.6 Resultados de análisis microbiológicos en sedimento estuarino

### 4.6.1 Parámetro Coliformes totales

Datos/Variable: Coliformes totales

36 valores con rango desde 360.0 a 1.1E6

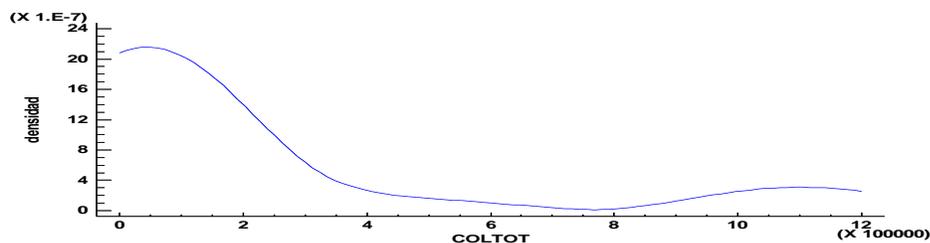


Figura 52: Diagrama para el parámetro de Coliformes totales

### Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Coliformes totales

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro coliforme totales proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### Resumen estadístico para el parámetro Coliformes totales

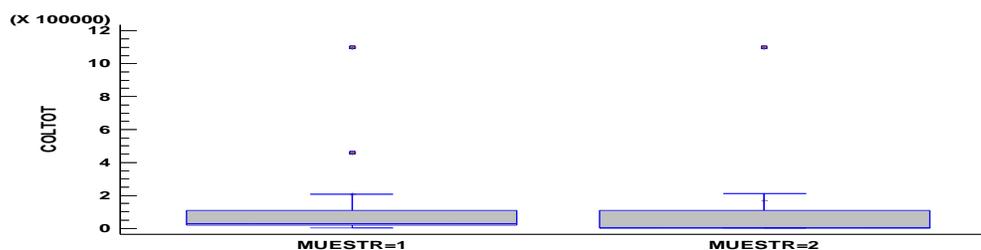


Figura 53: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes totales por monitoreo

### Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Coliformes totales

### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreos:** En el parámetro coliformes totales tenemos un promedio de 206142 NMP/100 g en el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 360 NMP/100 g y un máximo de  $1,1 \times 10^6$  NMP/100 g, en el segundo monitoreo en el mes de Julio obtuvimos un promedio de 170687 NMP/100 g con un mínimo de 360,0 NMP/100 g y un máximo de  $1,1 \times 10^6$  NMP/100 g

### Verificación de Varianza

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

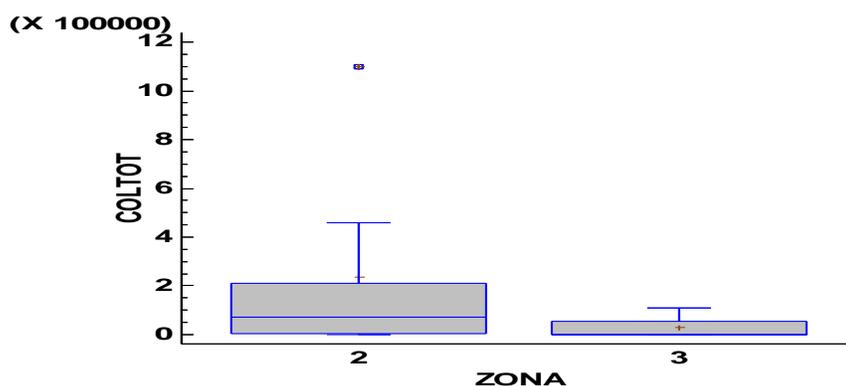


Figura 54: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes totales por zona

### Prueba de Kruskal-Wallis para Coliformes totales por zona

Estadístico = 5.65442 Valor-P = 0.0174089

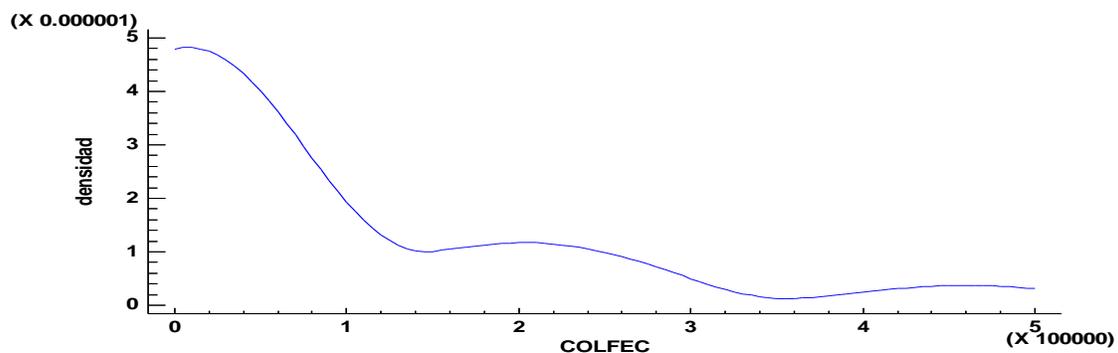
Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis entre zonas:** El diagrama de caja de bigote de **K.W.** muestra que la zona 2 donde encontramos los mayores valores de coliformes totales en sedimento desde 50.000 NMP/100 g hasta 450.000 NMP/100 g. mientras que en la zona 3 se miden los valores de menores concentraciones desde 900 hasta 150.000 NMP/100 g.

#### 4.6.2 Parámetro Coliformes fecales

**Datos/Variable: Coliformes Fecales**

36 valores con rango desde 360.0 a 460000.



**Figura 55: Diagrama para el parámetro de Coliformes Fecales**

#### **Pruebas de Bondad-de-Ajuste o Prueba de Kolmogórov-Smirnov para el parámetro Coliformes fecales**

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que el parámetro Coliformes fecales proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

## Resumen estadístico para el parámetro Coliformes Fecales

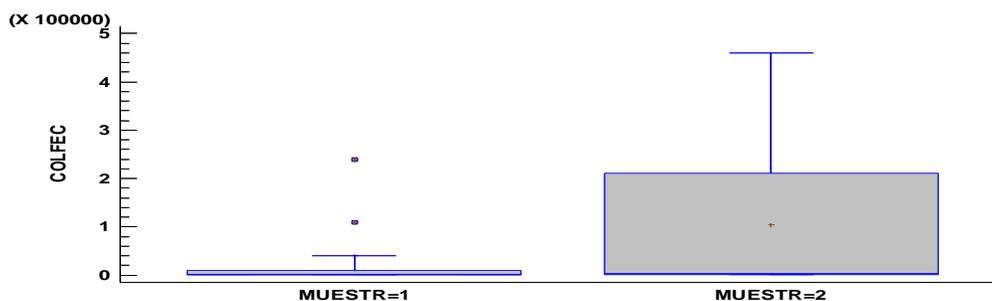


Figura 56: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes Fecales por monitoreo

## Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas parámetro Coliformes Fecales

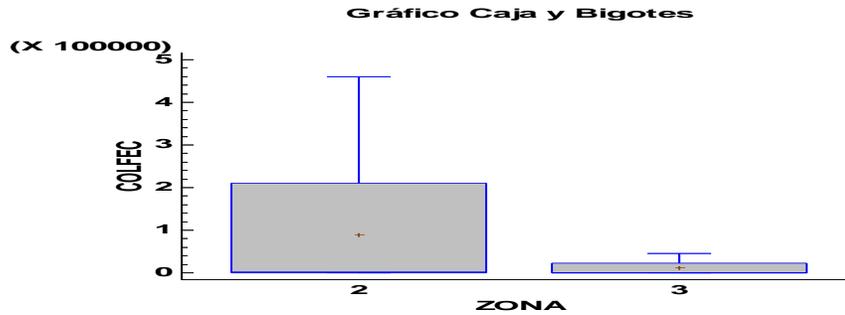
### Descripción del análisis estadístico:

Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

**Análisis entre monitoreo:** En el parámetro coliformes fecales tenemos un promedio de 40440,0 NMP/100 g con el primer monitoreo en el mes de Junio con un mínimo de 360 NMP/100 g y un máximo de 240000 NMP/100 g , en el segundo monitoreo en el mes de Julio determinamos un promedio de 103367 NMP/100 g con un mínimo de 360,0 NMP/100 g y un máximo de 460000 NMP/100 g.

### Verificación de Varianza

El valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza



**Figura 57: Diagrama de caja de bigotes para el parámetro Coliformes Fecales por zona**

### **Prueba de Kruskal-Wallis para Coliformes Fecales por zona**

Estadístico = 4.17857 Valor-P = 0.0409348

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Análisis y discusión entre zonas:** Los valores más altos de concentración de coliformes fecales se encuentran en la zona 2 con valores de concentración hasta 420.000 NMP/100 g en comparación con estudios realizados por (Baños-Cruz & Castro-Rendón, 2013), tenemos que los valores más altos de coliformes totales se encontraban entre 1500 a  $\geq 110000$  NMP/100 g, las concentraciones de coliformes fecales de este trabajo de investigación son superiores a las de (Baños-Cruz & Castro-Rendón, 2013).

## **4.7 ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES**

### **ACP GENERAL**

Muestra una varianza acumulada de 72% en los tres primeros componentes

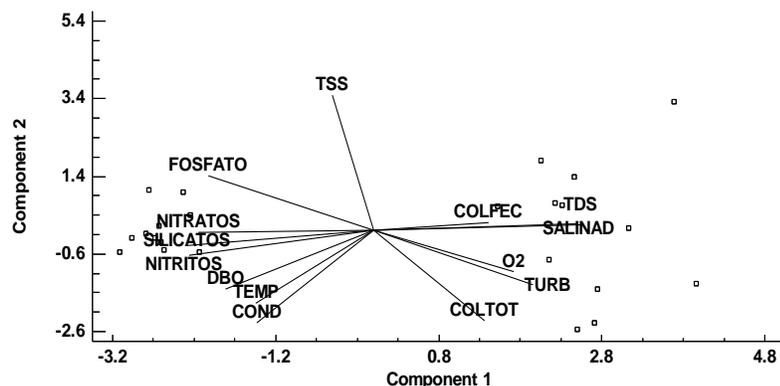
Se observa una relación negativa en el primer componente clara entre nutrientes y la salinidad. Así mismo, se observa relaciones significativas y positivas entre coliformes y la salinidad. En el segundo componente está presente la presencia de los sólidos totales.

Los resultados deben ser concretos respecto a las preguntas

- 1- Posibles diferencias entre las zonas
- 2- Posibles diferencias entre los muestreos

Las pruebas de normalidad se hacen en un resumen de resultado. Las pruebas de normalidad se cumplieron en las siguientes variables (a, b, c.) y por ello se realizó el Mann Whitney.

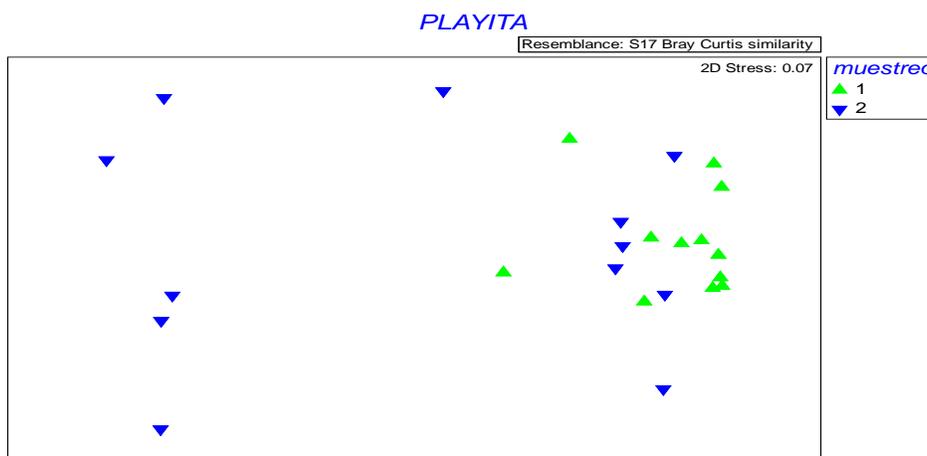
Para establecer la relación entre las variables hidrográficas y las coliformes, se realizó un Análisis de Componentes Principales, a partir de la matriz de correlación (Johnson & Wichern, 1992).



**Figura 58:** Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del Análisis de Componentes Principales, entre las variables hidrográficas (O2, DBO, TEMP, FOSFATOS, NITRATOS, NITRITOS, SILICATOS, TSS, TDS, COND, TURB, SALINIDAD) y las coliformes (COLFEC, COLTOT) del sector Playita.

Para comparar la variabilidad por muestreo y por sector, de las variables hidrográficas y coliformes, se realizó un Análisis Multidimensional no paramétrico, y el ANOSIM (de acuerdo a Clarke y Warwick (2001))

#### 4.7.1 RESULTADOS ANOSIM ENTRE ZONAS



**Figura 59:** Diagrama MDS de la variabilidad ambiental en el sector playita en la temporada seca del 2021.

##### *Global Test*

Sample statistic (Global R): 0.327

Significance level of sample statistic: 0.1%

Number of permutations: 999 (Random sample from a large number)

Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 0

##### *Outputs*

Diferencias significativas entre muestreos (R=0.327;  $p < 0.01$ )

## 5.1. CONCLUSIONES

1. El objetivo principal de este trabajo de investigación es Evaluar el impacto ambiental en el ecosistema del Sector “La playita del Guasmo” en la Cooperativa San Felipe de la ciudad de Guayaquil, el cual se realizó a través de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, teniendo como conclusión que el análisis del parámetro de pH se encuentran debajo del límite permisible en la normativa ambiental Libro VI, Anexo 1: Recurso Agua, a cuasa de sustancias húmicas que se originan a partir de productos de descomposición de las plantas y animales presentes en suelos y aguas naturales estables frente a la flora y fauna.
2. Con respecto al parámetro de turbidez, existe mayor perturbación ambiental en la zona 1 cercana a la población, esto se deba posiblemente a efectos antropogénicos.
3. Los valores de Oxígeno disueltos obtuvimos concentraciones inferiores a la normativa ambiental Libro VI, Anexo 1: Recurso Agua, en las 3 zonas de análisis, posiblemente en la utilización del mismo para descomposición de materia orgánica, lo que es preocupante porque es necesario para los proceso de respiración, descomposición de materia orgánica, afectando a proceso de la fotosíntesis, y la preservación de vida acuática.
4. En el análisis de micronutrientes, en el parámetro fosfato se encontró una mayor concentración en la zona 1 y en la zona 2, esto se deba posiblemente al arraste de compuestos fosforados presentes en las rocas fosfatadas, depósitos rocosos o de animales fosilizados, indicando descargas significativas de desechos orgánicos
5. Con respecto al parámetro nitrato, los valores más alto de concentración, lo se encuentran la zona 1 y 2 de mayor concentración posiblemente a la deposición atmosférica, la escorrentía superficial y subterránea,
6. El parámetro Nitrito tenemos la mayor concentración en la zona 2, posiblemente al arraste de las lluvias de nitratos, que son transformados a nitritos, es muy frecuente encontrar altas concentraciones en aguas poco oxigenadas, las altas concentraciones son tóxicas para

la vida acuática, presenta una mayor permeabilidad branquial afectando a la respiración provocando una mayor absorción branquial

7. En el estudio de Metales pesados, Pb y Cd., en comparación con la normativa ambiental Anexo 2 Libro VI,: Recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, nuestros resultados se encuentran dentro del limite permisible de la normativa
  
8. En el análisis microbiológico, los coliformes totales comparando con la normativa ambiental Libro VI, Anexo 1: Recurso Agua, tenemos un valor máximo permisible desde 200 NMP/100 ml en agua estuarina, nuestros resultados son superiores al limite permisible, esto se ve reflejado por el descargo de aguas residuales de parte de la población, y arrastre por las escorrentías marinas.
  
9. En análisis por estación de muestreo tenemos el valor mínimo de pH se encuentra en la estación E7, posiblemente por su cercanía al manglar por la producción de sustancias húmicas, con respecto a la turbidez los mayores valores se encuentran en la estación E2 al igual que los solidos totales suspendidos, estación cercana a la población donde existen producto de desperdicios arrojados y aguas residuales, concuerda con los valores de oxígeno disuelto donde el menor valor se encuentra en la estación E3, punto de gran contaminación en el muelle de bajo calado, donde hay desperdicios del destripaje de pescado, aguas residuales, desperdicios de tipo orgánico etc, así mismo con el análisis microbiológico donde la mayor concentración de coliformes totales y fecales se encuentran en la zona 1 (E1, E2, E3). en el análisis de fosfato la estación E9 presenta valores más altos debido a el desgaste de rocas fosfatadas, o animales fosilizados, con respecto a los nitritos tenemos valores preocupantes en la estación E10 posiblemente al arrastre por la lluvias, macronutriente presente en aguas poco oxigenadas, afectando a la vida acuática produciendo anoxia.

## 5.2. RECOMENDACIONES

En base a los resultados recogidos en la presente investigación, y el aporte bibliográfico se recomienda:

1. Extender este tipo de estudios en otros ecosistemas estuarinos de la ciudad de Guayaquil, o en otras provincias costeras del país para verificar si los resultados obtenidos son comparables.
2. Ampliar la investigación utilizando parámetros que los futuros investigadores creen pertinentes y se encuentren basándose en las normativas ambientales ecuatorianas.
3. Actuar a través de las autoridades pertinentes como el ministerio de ambiente de forma inmediata, adecuada, y se tomen medidas sobre las descargas de aguas residuales y negras que se realizan en este ecosistema por parte de los pobladores, así como también sobre el descargo de desperdicios no tratados directamente sobre el manglar y sobre el ecosistema estuarino.
4. Concientizar a los moradores del sector para cuidar este ecosistema, al no arrojar desperdicios provenientes de la pesca, basura, aguas residuales, , realizando campañas de limpieza donde se involucren a los moradores, de los sectores aledaños al ecosistema,
5. Se deben realizar constantemente estudios, que permitan involucrar carácter físicos, químicos y microbiológicos tanto en agua y sedimento estuarino, con el fin de realizar un monitoreo constante, verificar se cumpla con la disminución de los índices de contaminación en el sector de la Playita del Guasmo.
6. El ecosistema estuarino de “La Playita del Guasmo” se encuentra en nivel eutrófico, por lo que se sugieren acciones de recuperación ambiental para la zona y el sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar-Tenorio, M., & Mosquera-Armigo, J. (2014). Concentración de Metales Pesados (Cr Total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el Estero Salado (Guayaquil). In *Tesis* (Issue PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRAS DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA).
- Baird, R., Eaton, A., & Rice, E. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition*.
- Baños-Cruz, G., & Castro-Rendón, R. (2013). Distribución y Concentración de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Enterococos en el agua y sedimento en el Estero Salado (Tramos B, D, E y G). *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales* *DISTRIBUCIÓN*, 1(1), 1–12. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/810>
- Caicedo, L. y Ortega, J. (2016). *Evaluación de la calidad del agua del estuario del río Atacames en el sector Barrio Nueva Esperanza, para contribuir en la mejora de su potabilización* (Issue 33699).
- Castro, D. (2018). "Calidad de agua del Estero Salado, sector Suroeste-La Chala y su incidencia en la Fauna Acuática, Guayaquil.
- Cheme, A. (2020). Evaluación de la calidad del agua del estero salado zona "puente Gómez Rendón" en Guayaquil durante los años 2017 y 2020. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Conzonno, V. H. (1996). *SUSTANCIAS HUMICAS SOLUBLES PRESENTES EN AMBIENTES ACUÁTICOS*. [https://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n2828\\_Conzonno.pdf](https://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis_n2828_Conzonno.pdf)
- 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]. In *Universidad de Guayaquil*. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11697/1/TESIS\\_Johnny\\_Delgado\\_M.%2821-07-16%29.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11697/1/TESIS_Johnny_Delgado_M.%2821-07-16%29.pdf)
- Guaygua, K. M. (2019). *Evaluación de la calidad de agua en cuatro zonas en el refugio de vida silvestre manglares el morro, cantón guayaquil* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44815>
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2003). *Applied Multivariate Statistical Analysis*.
- Magallanes, F., & Sucuy, B. (2019). "Análisis de la variación estacional de Cadmio y Estaño en sedimentos superficiales del estero salado-Guayaquil- tramo B, durante el año 2019."
- Mayia, Y. (2021). *Determinación de Cadmio y Plomo en agua y sedimento en el Estero Data de Posorja, Provincia del Guayas-Ecuador*.

- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). Impactos De La Contaminación Sobre Los Manglares De Ecuador. *Manglares de América*, 1(November), 423–466. <http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/57/108>
- Ramirez, A. (2017). *Determinación de Cadmio y Plomo en agua y sedimento del Estero “El Macho” de la ciudad de Machala.*
- Sanfeliu-Montolio, T., & Montaña-Armijos, M. (2008). Ecosistema Guayas (Ecuador). Medio ambiente y Sostenibilidad. *Revista Tecnológica ESPOL*, 21(1), 1–6.
- Sheskin, D. (2004). *PARAMETRIC and NONPARAMETRIC STATISTICAL PROCEDURES.*
- Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). A Practical Handbook of seawater analysis. *The Journal of Higher Education*, 28(7), 405. <https://doi.org/10.2307/1979241>
- Suárez, R., & Rivera, F. (2015). *Evaluación de la calidad del agua del Estero Cobina, sector La Playita del Guasmo ubicada en la Cooperativa San Felipe de la Ciudad de Guayaquil Febrero Abril 2015.*
- Suárez, R., Rivera, F., Guillen, T., & Morales, H. (2020). Calidad del agua del sector la Playita del Guasmo, Guayaquil, Ecuador. *Facsalud-Unemi*, 4(6), 47–54. <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1152/1116>
- Tapia-Villalta, N. (2014). *Determinación De Parámetros Físicos Y Químicos En Un Segmento Del Estero Salado.*
- Ureta, R. (2002). Estudio de la Calidad de agua, sedimentos y organismos del ecosistema circundante al balneario La Playita en el Estero Salado (Estero Cobina). In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Yáñez, A., Twilley, R., & Domínguez, A. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4, 4(2), 3–19. <papers2://publication/uuid/590B4CF9-44FD-4E74-BFE4-3B10EE1FD619>
- Zar, J. H. (1996). *Bioestatistical Analysis* (F. Edition (ed.)).

## ANEXOS

### Cuadros

**Cuadro 1.** Código y coordenadas de las estaciones de monitoreo de agua y sedimento del ecosistema estuarino “La Playita del Guasmo”

Estaciones de monitoreo	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
<b>E1</b>	2°17'08''S	79°53'09'' W
<b>E2</b>	2°17'07'' S	79°53'01''W
<b>E3</b>	2°17'06''S	79°53'08'' W
<b>E4</b>	2°17'09'' S	79°53'04'' W
<b>E5</b>	2°17'09''S	79°53'00'' W
<b>E6</b>	2°17'08''S	79°52'57'' W
<b>E7</b>	2°17'11''S	79°53'02'' W
<b>E8</b>	2°17'09''S	79°52'57'' W
<b>E9</b>	2°17'07''S	79°52'54'' W
<b>E10</b>	2°17'08''S	79°52'54'' W
<b>E11</b>	2°17'09''S	79°53'08'' W
<b>E12</b>	2°17'10''S	79°53'08'' W

**Cuadro 2.** Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Libro VI, Anexo 1 Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs		mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H <sub>2</sub> S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2

Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condicion s naturales + 3 Máxima 20 200	Condicion s naturales + 3 Máxima 32 200	Condicion s naturales + 3 Máxima 32 200
Coliformes Fecales	nmp/100 ml				

### Anexos



**Anexo 1 :** Estuario Cobina



**Anexo 2:** Sector la playita del Guasmo



**Anexo 3:** Embarque del material y reactivos



**Anexo 4:** Monitoreo



**Anexo 5:** Recolección de muestras



**Anexo 6:** Botellas de OD Y DBO



**Anexo 7:** Botellas para nutrientes



**Anexo 8:** Área de volumetría



**Anexo 9:** Botellas winkler para O<sub>2</sub>



**Anexo 10:** Botellas para DBO



**Anexo 11:** Fundas para sedimento Pb y Cd



**Anexo 12:** Botellas para nutrientes



**Anexo 13:** Ubicación de las estaciones de muestreo e identificación de las zonas de estudios





## **Procedimiento de Análisis**

### **Anexo 16: Recolección y análisis de la muestra para la Determinación de Oxígeno disuelto por Método Iodométrico**

Se utilizaron botellas Winkler de 300 ml, para la recolección de muestras de agua, se debe tener cuidado que las muestras no permanezca en el aire o se agite porque cambia el contenido gaseoso, se procedió a la fijación con Sulfato Manganeso ( $SO_4Mn$ ) y Ioduro Alcalino (IK), se agregó 1 ml de Ácido Sulfúrico ( $SO_4H_2$ ), luego se realizó la titulación de Iodo libre con una solución de Tiosulfato de Sodio ( $S_2O_3Na_2$ ) 0,025 M, hasta dar una coloración amarillo pajizo, después se añadió una solución de almidón dando una coloración azulada a la solución, se realizó titulación gota a gota y se confirma la desaparición del color azul como indicador de punto final de la titulación” (Suárez & Rivera, 2015)

Se realizó mediante volumetría, aplicando el método Iodométrico modificación de azida (Procedimiento Específico de Ensayo para Oxígeno Disuelto) PEE/LAB-DOQ/01 (INOCAR), aplicable para el análisis de oxígeno disuelto en aguas de mar y de estuarios en el rango desde 0,14 mg/l hasta 9,00 mg/l (Baird et al., 2017)

### **Anexo 17: Recolección y análisis de la muestra para la Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno.**

La recolección de muestras de agua estuarina fue realizada en botellas Winkler oscuras de 300 ml luego las muestras fueron incubadas por 5 días a temperaturas de 20°C para provocar la oxidación de materia orgánica, después se fijó las muestras con Sulfato Manganeso ( $SO_4Mn$ ) y Ioduro Alcalino (IK), se agregó Ácido Sulfúrico ( $SO_4H_2$ ) para disolver el precipitado, se realizó la titulación de Iodo Libre con una solución de Tiosulfato de Sodio ( $S_2O_3Na_2$ ) 0,025 M hasta dar una coloración amarillo pajizo, después se agregó solución de almidón la cual dio una coloración azulada, se continuó con la titulación gota a gota y se verificó la desaparición del color azul como indicador de punto final de la titulación (Baird et al., 2017)

### **Anexo 18: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de pH por Método Potenciométrico**

La medición de pH fue realizada en trabajo de campo con tiras reactivas de pH en cada uno de las estaciones de muestreo, se compararon los resultados obtenidos con el método potenciométrico, realizando una calibración del potenciómetro con buffer de pH 4 Y pH 10, se colocaron las muestras en vaso de precipitación, luego se procedió a la lectura de las muestras, y después los valores fueron registrados los datos en una base de datos, según protocolos estandarizados del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (Baird et al., 2017).

### **Anexo 19: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Temperatura en campo.**

La medición de temperatura fue realizada en trabajo de campo con termómetro de mercurio trazable debidamente calibrado en cada una de las estaciones de muestreo, luego fueron registrados los datos en una base de datos, según protocolos estandarizados del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (**INOCAR**) (Suárez & Rivera, 2015), basado en (Baird et al., 2017)

### **Anexo 20: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de turbidez por Método de Turbidimetría.**

Se utilizaron las muestras que fueron recolectadas en botellas plásticas de 500 ml, se realizó la calibración del turbidímetro con los respectivos estándares, luego se procedió a la agitación las muestras se espera hasta que desaparezca las burbujas, después fue colocado aproximadamente 50 ml de muestra en la celda del turbidímetro para proceder a la lectura de las mismas, y los datos se registraron en unidades de NTU (Suárez & Rivera, 2015), basado en (Baird et al., 2017)

### **Anexo 21: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Conductividad por Método de Conductimetría.**

Se utilizaron las muestras que fueron recolectas en botellas plásticas de 500 ml, se realizó la calibración del conductímetro con su respectivo estándar a una temperatura de 25 °C, se limpia la celda con una solución de KCl 0,01 M, se programó el parámetro de Conductividad, se homogenizan las muestras para realizar la lectura de conductividad se registró los valores en una base de datos en mg/ml para Sólidos disueltos totales (Suárez & Rivera, 2015), basado en (Baird et al., 2017)

### **Anexo 22: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Salinidad por Método de Conductimetría.**

Se utilizaron las muestras que fueron recolectas en botellas plásticas de 500 ml, se realizó la calibración del conductímetro con su respectivo estándar a una temperatura de 25 °C, se enjuago la celda de conductividad con al menos tres porciones de solución de KCl 0,01 M, se programó el parámetro de Salinidad, se homogenizan las muestras para proceder a la lectura de los sólidos disueltos totales luego se registró los valores en una base de datos en mg/ml para Sólidos disueltos totales (Suárez & Rivera, 2015), basado en (Baird et al., 2017)

### **Anexo 23: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de TDS (Sólidos disueltos totales por Método de Conductimetría.**

Se utilizaron las muestras que fueron recolectas en botellas plásticas de 500 ml, se realizó la calibración del conductímetro con su respectivo estándar a una temperatura de 25 °C, se procedió a lavar la celda de conductividad con una solución de KCl 0,01 M, se programó el parámetro de TDS, se homogeniza las muestras para la lectura de los sólidos disueltos totales luego se registró los valores en una base de datos en mg/ml para Sólidos disueltos totales (Suárez & Rivera, 2015), basado en (Baird et al., 2017)

#### **Anexo 24: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de TSS (Sólidos suspendidos totales).**

Se procedió a pesar filtros vacíos en balanza analítica, se registraron los valores, se armó el equipo de filtración que fue conectado a una bomba de presión, luego los filtros vacíos se colocaron en el equipo para realizar la filtración de 200 ml de las muestras, los filtros fueron llevados al horno de secado, después fueron colocados en el desecador y por último se pesó nuevamente los filtros con los sólidos suspendidos y se calculó por diferencia de peso el resultado (Suárez & Rivera, 2015), basado en (Baird et al., 2017)

#### **Anexo 25 Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Nutrientes inorgánicos (Fosfatos).**

Se realizó la filtración de las muestras que se encontraban en envases plásticos de 250 ml, se colocaron 25 ml de las muestras filtradas en fiolas, luego se le agregó la mezcla reactiva, se dejó en reposo, se hizo la lectura en un espectrofotómetro a 885 nm, y se procedió a realizar los cálculos para fosfatos (Suárez & Rivera, 2015)

Esta reacción se basó en la reacción del fosfato con molibdato en medio ácido, formando ácido 1.2-molibdofosfórico y su reduciéndose a un complejo fosfomolibdato de color azul intenso, cuya absorbancia es medida fotométricamente a 885 nm, con un rango entre 0,08 a 6 µg-at/L (Strickland & Parsons, 1972)

#### **Anexo 26: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Nutrientes inorgánicos (Nitratos).**

Se realizó la filtración de las muestras que se encontraban en envases plásticos de 250 ml, se adicionó las muestras filtradas en fiolas, luego se le agregó 2 ml Cloruro de Amonio concentrado ( $\text{CINH}_4$  conc.) se mezcla completamente, se procedió a pasar 25 ml de la muestra a través de una columna reductora de Cobre (Cu) y Cadmio (Cd), se drena aproximadamente 10 ml a través de la columna reductora lo que servirá para limpiar los cilindro donde se medirá la muestra, colocar el remanente en la columna reductora, drenar

aproximadamente 15 ml a través de la columna reductora lo que servirá para la limpieza del Erlenmeyer donde se recogerá la muestra. Después se le adicionó 1 ml de solución de Sulfanilamida ( $C_6H_8N_2O_2S$ ), se recolecta 50 ml de muestra de la columna de reducción en un tiempo de 5 a 8 minutos, mezclar completamente, dejar en reposo en un tiempo de 2 a 8 minutos, mezclar completamente dejar en reposo, luego se adiciona 1 ml de Naftiletilendiamina dihidrocloruro ( $C_{12}H_{14}N_2 \cdot 2HCl$ ), mezclar completamente, se dejó en reposo 10 minutos, luego se hizo la lectura en un espectrofotómetro a 543 nm y se procedió hacer los cálculos respectivos.

El nitrato existente en la muestra de agua de mar se reduce cuantitativamente a nitrito cuando es pasada por una columna cadmio-cobre. Se realiza una reacción de diazotación con sulfanilamida y por combinación con N-1 Naftiletilendiaminadihidrocloruro para la determinación de nitrito, para formar un azo compuesto coloreado, la absorbancia del mismo es proporcional a la cantidad de nitrato inicialmente presente, el índice de detección está entre 0,05 a 45  $\mu g-at/L$  a 543 nm.

Cuando una muestra de agua estuarina o de mar pasa por una columna que contiene limaduras de cadmio cubierta con cobre metálico, el nitrato se reduce a nitrito. El nitrito producido se determina por diazotación con sulfanilamida y por combinación con N-1 naftil etilendiamina para formar un tinte azo (azo dye) fuertemente coloreado.



Para los ensayos de los nutrientes en agua, se utilizó la metodología descrita (Strickland & Parsons, 1972)

### **Anexo 27: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Nutrientes inorgánicos (Nitritos).**

Se procede a colocar en un matraz Erlenmeyer 50 ml de muestra estuarina, luego se adiciona 1 ml de solución de sulfanilamida, mezclar completamente, dejar en reposo por el tiempo de 2 a 8 minutos, adicionar 1 ml de solución de N-1 Naftiletildiamina dihidrocloruro mezclar completamente, después de 10 minutos preferiblemente no pasar de 2 horas, se mide la absorbancia a una longitud de onda de 543 nm sin filtro.

Se basa en una reacción de diazotación, cuando se agrega el ácido sulfanilamida en presencia de nitrito forma una sal de diazonio, la misma que al agregarse  $\alpha$ -naftilamina, reacción que lleva a la formación de un compuesto azo rosado, la intensidad del mismo depende de la concentración del ión nitrito, el rango de determinación de este método está entre 0,01 a 2,5  $\mu\text{g-at/L}$ . a 543 nm (Strickland & Parsons, 1972).

### **Anexo 28: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de Nutrientes inorgánicos (Silicatos).**

Colocar 10 ml de solución de molibdato de amonio en una probeta con tapa luego se adiciona 25 ml de la muestra de agua estuarina o de mar, mezclar la solución dejar 10 minutos en reposo, luego agregar una solución reductora rápidamente hasta llevar a un volumen de 50 ml, mezclar rápidamente, para completar la reducción del complejo de silicomolibdato se deja en reposo de 2 a 3 horas medir la absorbancia a una longitud de onda de 810 nm utilizando filtro rojo.

Al tratar la muestra estuarina con molibdato de amonio en condiciones ácidas, se forma ácido beta- silicomolíbico a partir de la reacción del ácido molibdíco con el silicato disuelto:



Solo el ácido silícico y sus dímeros reaccionan con rapidez, por lo que el método no detecta silicatos polimerizados. La interferencia ocasionadas son suprimida agregando ácido oxálico, el cual produce la destrucción de los complejos. El ácido Beta- silicomolibdico, de color amarillo, es reducido a un heteropoliácido de color azul con sulfato de para metil aminofenol (metol).



El método para la determinación de silicato en agua de mar (estuarina) tienen como fundamento la formación de un heteropoliácido por reacción del ácido orto silícico con molibdato en medio ácido, formándose un complejo de color azul, para luego ser medido fotométricamente a 810 nm, en un rango entre 0,1 a 140  $\mu\text{g-at/L}$  (Strickland & Parsons, 1972)

### **Anexo 29: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de metales pesados (Plomo y Cadmio).**

Se utiliza espectrofotometría de absorción atómica (EAA) para el análisis de elementos trazas de metales pesados y metaloides en (agua, sedimentos, alimentos, fluidos biológicos, etc.). Esta técnica analítica permite valorar el grado de contaminación ambiental a la que está expuesto el determinado tóxico industrial en un determinado ambiente

#### **Tratamiento de muestras (digestión):**

- ✓ En una caja de Petri aproximadamente se coloca unos 2 gramos de sedimento, se procede a secar en una estufa a 100 °C, muestra húmeda hasta que todo el contenido de humedad se evapore.
- ✓ La muestra seca se tritura en mortero y tamiza con cedazo #40 para luego almacenarlo en fundas plásticas con cierre herméticas, colocando código del laboratorio en las muestras.
- ✓ En tubo de teflón digestión se pesa en balanza analítica aproximadamente 0.5 gr+/- 0.01 gramos de muestra.

- ✓ Se agrega 7 ml de ácido nítrico 67-70% libre de trazas de metales, en el tubo de teflón digestión.
- ✓ Se digiere en el microwave las muestras a 200 °C por aproximadamente 25 minutos la potencia del microwave depende del número de muestras tratada.
- ✓ Se deja enfriar y se enraza en matraz volumétrico de 25 ml, con solución de ácido nítrico 0.1 M.
- ✓ Filtra con papel filtro whatman 110 mm.
- ✓ Se almacena en botella de 250 ml para análisis.

#### **Preparación de solución de Ácido Nítrico 0.1 m.**

- ✓ Se toma 7 ml ácido nítrico 67-70% libre de trazas de metales y se enraza a 1000 ml con agua ultra pura tipo 1 obteniéndose una solución de ácido nítrico 0.1 M, esta solución se utiliza en la preparación de las soluciones estándar de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb). Esta solución debe prepararse para cada corrida

#### **Preparación de solución estándar de Cadmio 0.1 mg cd/l.**

- ✓ Se toma con pipeta automática 20  $\mu$ l de solución estándar para espectrofotometría de absorción atómica de cadmio de 1000  $\mu$ g/ml cadmio en ácido nítrico 2-5 %, llevándolo a 200 ml en matraz volumétrico con ácido nítrico 0.1 M obteniéndose una solución de 0.1 mg Cd/L.

#### **Preparación de solución estándar de Cadmio de trabajo de 3.2 $\mu$ g cd/l.**

- ✓ Se toma 800  $\mu$ l de la solución estándar de cadmio 0.1 mg Cd/l y se lleva a un matraz volumétrico de 25 ml enrasándose con ácido nítrico 0.1 M, para obtener una solución 3.2  $\mu$ g Cd/L.

### **Preparación de blanco de reactivo.**

- ✓ En dos tubos de teflón digestión se coloca 7 ml de ácido nítrico 67-70% libre de trazas de metales y se digiere a 200 °C por 25 minutos, se deja enfriar y se enraza a 25 ml con Ácido Nítrico 0.1 M.

### **Preparación de solución estándar de plomo de 0.5 mg pb/l.**

- ✓ De la solución estándar para espectrofotometría de absorción atómica de plomo de 1000 µg/ml plomo en ácido nítrico 2-5% se toma con pipeta automática 100 µl y se lleva a un matraz volumétrico de 200 ml aforando con solución de ácido nítrico 0.1 M, obteniéndose una solución de 0.5 mg Pb/l.

### **Preparación de solución estándar de plomo de trabajo de 18 µg pb/l.**

- ✓ Se toma 900 µl de la solución estándar de plomo 0.5 mg Pb/l y se lleva a un matraz volumétrico de 25 ml enrasándose con ácido nítrico 0.1 M, para obtener una solución 18 µg Pb/L.

### **Técnica:**

#### **Medición en el espectrofotómetro de absorción atómica (horno de grafito).**

- ✓ Monte y alinee el dispositivo del horno según las instrucciones del fabricante, para lo cual encienda el instrumento y sistema de recopilación de datos (Computador). Seleccione la fuente de luz adecuada y la longitud de onda adecuada y establezca todas las condiciones de acuerdo con las instrucciones del fabricante, incluidas corrección de fondo. La corrección de fondo es importante cuando los elementos se determinan en longitudes de onda cortas o cuando muestra tiene un alto nivel de sólidos disueltos.

#### **Seleccione el flujo de gas inerte o envolvente adecuado.**

- ✓ Durante la atomización en ciertos casos es necesario interrumpir el flujo de gas inerte. Tal interrupción da como resultado una mayor sensibilidad al aumentar la residencia

### **Tiempo del vapor atómico en la trayectoria óptica.**

- ✓ Interrupción de gas también aumenta la absorción de fondo e intensifica.

### **LAS LECTURAS DE LAS MUESTRAS (AGUA, SEDIMENTO Y ORGANISMO)**

- ✓ Se corre primero el estándar para Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) elaborando la curva de calibración para cada elemento, luego se realizaron las lecturas del blanco y de las muestras., basado en (Baird et al., 2017)

### **Anexo 30: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de coliformes totales**

Los tubos de fermentación fueron colocados en filas de cinco o diez tubos en una gradilla de tubos de ensayo. Se utilizan cinco tubos por dilución (de 10, 1, 0,1 ml, etc.), Agite la muestra y las diluciones vigorosamente unas 25 veces. Se procede a la inoculación de cada tubo en un conjunto de cinco con volúmenes de muestra repetidos en diluciones decimales crecientes, si se utilizan cantidades decimales de la muestra. Mezcle las porciones de prueba en el medio agitando suavemente.

2) Incubar los tubos o frascos inoculados a 35 0,5 ° C. Después de 24 h se agita suavemente cada tubo o botella durante 2 h y se los inspecciona en busca de crecimiento, gas y / o reacción ácida (tonos de color amarillo) y, si no hay una reacción ácida o producción de gas evidente, vuelva a incubar y vuelva a verificar al final de 48 h. se registra si existe la presencia o ausencia de crecimiento, gas,y / o producción de ácido.

**C. Interpretación:** Cuando se produce una reacción ácida y / o gas en los tubos o botellas dentro de las 48 h constituye una presunta reacción positiva. Se envía los tubos con una presunta reacción positiva a la fase de confirmación. La ausencia de reacción ácida y / o formación de gas al final de las 48 h de incubación se determina una prueba negativa. Un límite arbitrario de 48 h para la observación excluye sin duda a los miembros ocasionales del grupo de coliformes que crecen muy lentamente. (Baird et al., 2017).

### **Anexo 31: Recolección y análisis de la muestra para Determinación de coliformes fecales**

Se colora con los tubos de fermentación en filas de cinco o diez tubos cada uno en una gradilla. utilice cinco tubos por dilución (de 10, 1, 0,1 ml, etc.). Al hacer diluciones y medir volúmenes de muestra diluida, se procede a agitar la muestra y las diluciones de forma vigorosa unas 25 veces. Inocular cada tubo en un conjunto de cinco con volúmenes de muestra repetidos en diluciones decimales crecientes, si se utilizan cantidades decimales de la muestra. Mezcle las porciones de prueba en el medio agitando suavemente.

2) Incubar los tubos o frascos inoculados a 35 0,5 ° C. Después de 24 horas homogenizar suavemente cada tubo o botella durante 2 h, inspeccionar en busca de crecimiento, gas o reacción ácida (tonos de color amarillo) y, si no hay una reacción ácida o gaseosa evidente, vuelva a incubar y vuelva a examinar al final de 48 horas. Registrar la presencia o ausencia de crecimiento, gas, y / o producción de ácido.

**C. Interpretación:** Cuando se produce una reacción ácida o gas en los tubos o botellas dentro de las 48 h constituye una presunta reacción positiva. Preparar los tubos con una presunta reacción positiva a la fase confirmada. La ausencia de reacción ácida o formación de gas al final de las 48 h de incubación constituye una prueba negativa. Un límite arbitrario de 48 h para la observación excluye sin duda a los miembros ocasionales del grupo de coliformes que crecen muy lentamente (Baird et al., 2017)

## Anexo 32: Porcentaje antiplagio

mqa

### INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[doku.pub](#)

Fuente de Internet

<1%

2

Submitted to Universitat Politècnica de València

Trabajo del estudiante

<1%

3

[uvadoc.uva.es](#)

Fuente de Internet

<1%

4

[boletin.invemar.org.co](#)

Fuente de Internet

<1%

5

[www.bdigital.unal.edu.co](#)

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad de Málaga - Tii

Trabajo del estudiante

<1%

7

[dialnet.unirioja.es](#)

Fuente de Internet

<1%

8

[repository.ubn.ru.nl](#)

Fuente de Internet

<1%