



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA  
DEL AGUA DEL ESTERO HUAYLÁ, PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR -  
EL ORO-ECUADOR, AÑO 2018

BENITEZ DAVILA DANIEL ISAIAS  
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA  
SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y  
MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL ESTERO HUAYLÁ,  
PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR - EL ORO-ECUADOR, AÑO 2018

BENITEZ DAVILA DANIEL ISAIAS  
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA  
SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL  
AGUA DEL ESTERO HUAYLÁ, PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR - EL ORO-  
ECUADOR, AÑO 2018

BENITEZ DAVILA DANIEL ISAIAS  
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

GONZALEZ CARRASCO VICTOR HUGO

MACHALA, 11 DE FEBRERO DE 2019

MACHALA  
2019

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL ESTERO HUAYLÁ, PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR - EL ORO-ECUADOR, AÑO 2018, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



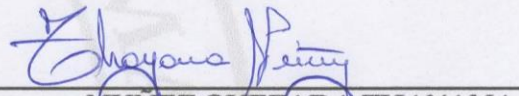
---

GONZALEZ CARRASCO VICTOR HUGO  
0702323809  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

DAVILA DAVILA KERLY ELIZABETH  
0704186790  
ESPECIALISTA 2



---

NUNEZ QUEZADA THAYANA  
0702161068  
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de febrero de 2019

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL ESTERO HUAYLÁ, PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR - EL ORO-ECUADOR, AÑO 2018(Daniel Benitez)..docx (D47160305)

**Submitted:** 1/23/2019 5:00:00 PM

**Submitted By:** dbenitez\_est@utmachala.edu.ec

**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

TESIS- ADRIANA GABRIELA ORTIZ SAA.pdf (D11286170)  
Priscilla Jara Tesis corregida\_29\_06.docx (D14941507)

### Instances where selected sources appear:

10

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, BENITEZ DAVILA DANIEL ISAIAS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL ESTERO HUAYLÁ, PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR - EL ORO-ECUADOR, AÑO 2018, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

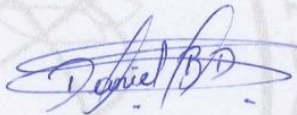
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de febrero de 2019



BENITEZ DAVILA DANIEL ISAIAS  
0707066239

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios por las bendiciones recibidas diarias, a mis padres, aquellos personajes luchadores en mi vida, que con sus consejo y apoyo constante han sabido alentarme eh inspirar a seguir adelante con mis metas tanto como universitario y persona en esta vida.

**Daniel Isaías Benítez D.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios que me ha acompañado en cada paso de mi vida y me ha dado las fuerzas para seguir adelante, a mis padres; Francisco Benítez y María Dávila por su apoyo y cariño incondicional y mi más sincero agradecimiento al Dr. Víctor Hugo González Carrasco PhD tutor principal de trabajo de titulación, quien me impartió conocimientos y me asesoro en cada etapa de desarrollo del trabajo de titulación realizado, supo transmitir su experiencia dentro del campo Ambiental.

**Daniel Isaías Benítez D.**



## RESUMEN

La investigación presente se la ejecutó con el objetivo de evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua marina de las diferentes estaciones de muestreo del estero Huaylá de la parroquia Puerto Bolívar, Provincia de El Oro-Ecuador, considerando los parámetros como temperatura, oxígeno disuelto (OD), salinidad, Materia Flotante de Origen Antrópico (MFOA), potencial de hidrogeno, turbiedad, solidos totales disueltos (SDT), conductividad eléctrica (CE), nitratos, nitritos, demanda química de oxígeno, hidrocarburos de petróleo aromáticos totales (HPAT), coliformes totales y *Escherichia coli*.

Para ello se seleccionaron seis estaciones de muestreo, la toma de muestra y análisis *in situ* se realizaron en los meses de agosto y octubre del 2018, en Bajamar y Pleamar respectivamente y la investigación se la realizó los laboratorios de Microbiología y Toxicidad Ambiental de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la UTMACH.

Los resultados de los análisis realizados se compararon con los criterios descritos en la “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua” y se pudo concluir que solo cumplieron con los límites permisibles la Temperatura, Turbidez, CE, pH, OD y Nitratos, en cambio Nitritos, MFOA, HPAT, DQO, Coliformes Totales y *Escherichia coli* no cumplieron en algunas de las estaciones de muestreo. Criterios como CE, SDT y Salinidad, no tienen mucha relevancia de estudio en aguas marinas donde su valor es alto debido a la gran cantidad de sales y minerales disueltos presentes.

De acuerdo a los criterios de calidad fisicoquímico evaluados en las estaciones de muestreo del estero se puede notar que en bajamar su calidad se reduce, aumentando la concentración de sus contaminantes, a diferencia de Pleamar donde aumenta la calidad de sus aguas, debido al crecimiento de su nivel del agua, donde se diluyen los contaminantes. Los parámetros de calidad que más influencia presentan, son los de origen microbiológico como Coliformes totales y *Escherichia coli*, que en ambas condiciones de marea se ven grandes cantidades en todas las estaciones de muestreo del estero Huaylá.

**Palabras claves:** Calidad, físico-química, microbiológica, estero, Huaylá

## ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of evaluating the physicochemical and microbiological quality of the marine water of the different sampling stations of the Huaylá estuary of the Puerto Bolívar parish, Province of El Oro-Ecuador, considering the parameters such as temperature, oxygen dissolved (OD), salinity, Floating Material of Anthropogenic Origin (MFOA), hydrogen potential, turbidity, total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), nitrates, nitrites, chemical oxygen demand, total aromatic petroleum hydrocarbons (HPAT), total coliforms and Escherichia coli.

To do this, six sampling stations were selected, sampling and on-site analysis were carried out in August and October 2018, in Bajamar and Pleamar respectively, and the research was carried out by the Microbiology and Environmental Toxicity laboratories of the Unit. Academic of Chemical Sciences and of the Health of the UTMACH.

The results of the analyzes performed were compared with the criteria described in the "Environmental Quality Standard and Effluent Discharge: Water Resource" and it could be concluded that only the Temperature, Turbidity, EC, pH, OD and Nitrates, however Nitrites, MFOA, HPAT, COD, Total Coliforms and Escherichia coli did not meet in some of the sampling stations. Criteria such as CE, SDT and Salinity do not have much study relevance in marine waters where their value is high due to the large amount of dissolved salts and minerals present.

According to the physicochemical quality criteria evaluated in the sampling stations of the estuary, it can be noted that at low tide its quality is reduced, increasing the concentration of its pollutants, unlike Pleamar where the quality of its waters increases due to the growth of your water level, where pollutants are diluted. The quality parameters that have the greatest influence are those of microbiological origin such as total coliforms and Escherichia coli, which in both tidal conditions can be seen in large quantities in all sampling stations of the Huaylá estuary.

**Keywords:** Quality, physicochemical, microbiological, estuary, Huaylá

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	3
Justificación teórica.....	3
Justificación Práctica .....	4
CAPITULO I .....	5
1 PROBLEMA .....	5
1.1 Planteamiento del Problema .....	5
1.1.1 <i>Problema general.</i> .....	5
1.1.2 <i>Problemas específicos.</i> .....	5
1.2 Objetivos .....	6
1.2.1 <i>Objetivo General.</i> .....	6
1.2.2 <i>Objetivos Específicos.</i> .....	6
1.3 Hipótesis.....	6
CAPITULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Antecedentes .....	7
2.2 Contaminación del Medio Ambiente .....	7
2.2.1 Contaminación química .....	8
2.2.2 Contaminación biológica.....	8
2.3 Calidad de Agua.....	8
2.3.1 Contaminación de fuente puntual .....	9
2.3.2 Contaminación de fuentes no puntuales.....	9
2.4 Evaluación de la calidad de Agua .....	9
2.5 Agua de mar .....	10
2.6 Contaminación Marina.....	10
2.7 Calidad del Agua de Mar .....	11
2.8 Parámetros Físicoquímicos .....	11
2.8.1 <i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i> .....	12
2.8.2 <i>Sólidos disueltos totales (SDT)</i> .....	12
2.8.3 <i>Potencial de Hidrogeniones (pH)</i> .....	12
2.8.4 <i>Oxígeno disuelto (OD)</i> .....	13
2.8.5 <i>Temperatura (T)</i> .....	13
2.8.6 <i>Conductividad Eléctrica (CE)</i> .....	14
2.8.7 <i>Salinidad</i> .....	14

2.8.8	<i>Turbidez</i> .....	14
2.8.9	<i>Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i> .....	15
2.8.10	<i>Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</i> .....	15
2.9	Materia flotante de origen antrópico .....	15
2.10	Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos totales .....	15
2.11	Parámetros Biológicos.....	16
2.11.1	<i>Coliformes Totales</i> .....	16
2.11.2	<i>Escherichia coli</i> .....	16
CAPITULO III.....		17
3	METODOLOGÍA .....	17
3.1	Tipo y Diseño de Investigación:.....	17
3.2	Identificación de variables: .....	17
3.2.1	<i>Variables Independientes</i> .....	17
3.2.2	<i>Variables Dependientes</i> .....	17
3.3	Materiales y Equipos.....	18
3.3.1	<i>Materiales</i> .....	18
3.3.2	<i>Equipos</i> .....	18
3.3.3	<i>Sustancias y Reactivos</i> .....	19
3.3.4	<i>Equipo de protección personal</i> .....	19
3.3.5	<i>Otros materiales</i> .....	19
3.4	Localización de la Investigación .....	20
3.5	Área de Estudio .....	20
3.5.1	<i>Estero Huaylá</i> .....	20
3.6	Muestreo.....	21
3.7	Métodos.....	22
3.7.1	<i>Transporte de las muestras</i> .....	24
3.7.2	<i>Criterios de calidad analizados</i> .....	24
3.8	Parámetros Físico-Químicos.....	25
3.8.1	<i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i> .....	25
3.8.2	<i>Sólidos disueltos totales (TDS)</i> .....	26
3.8.3	<i>Potencial de Hidrogeno (pH)</i> .....	26
3.8.4	Oxígeno disuelto (OD) y Temperatura .....	26
3.8.5	<i>Conductividad Eléctrica</i> .....	27
3.8.6	<i>Salinidad</i> .....	27
3.8.7	<i>Turbidez</i> .....	27
3.8.8	<i>Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i> .....	28

3.8.9	Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	28
3.8.10	<i>Material Flotante de origen antrópico visible e Hidrocarburos de Petróleo Totales Visible.</i> .....	29
3.9	Microbiológico .....	29
3.9.1	<i>Coliformes Totales</i> .....	29
3.9.2	<i>Echerichia Coli.</i> .....	30
CAPITULO IV .....		31
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1	Parámetro Físicos.....	31
4.1.1	<i>Temperatura</i> .....	31
4.1.2	<i>Turbidez</i> .....	32
4.1.3	<i>Conductividad Eléctrica</i> .....	33
4.1.4	<i>Solidos Disueltos Totales</i> .....	34
4.1.5	<i>Salinidad</i> .....	35
4.1.6	<i>Materia Flotante de Origen Antrópico e Hidrocarburos de petróleo Aromáticos Totales</i> 36	
4.2	Parámetros Químicos.....	38
4.2.1	<i>Potencial de Hidrogeno</i> .....	38
4.2.2	<i>Oxígeno Disuelto</i> .....	39
4.2.3	<i>Nitratos</i> .....	40
4.2.4	<i>Nitritos</i> .....	41
4.2.5	<i>Demanda Química de Oxigeno</i> .....	42
4.3	Parámetros Microbiológicos .....	43
4.3.1	<i>Coliformes Totales</i> .....	43
4.3.2	<i>Escherichia coli</i> .....	44
5	CONCLUSIONES.....	45
6	RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA .....		47
ANEXOS .....		53

## ANEXOS

<b>Ilustración 1 Reporte de mareas para la realización de primera toma de muestra (baja mar)</b> .....	53
<b>Ilustración 2 Reporte de mareas para la realización de segunda toma muestra (pleamar)</b> .....	53
<b>Ilustración 3 Movilización por el estero Huaylá</b> .....	54
<b>Ilustración 4 Toma de muestras de estero Huaylá</b> .....	54
<b>Ilustración 5 Medición de Oxígeno Disuelto y Temperatura in situ</b> .....	55
<b>Ilustración 6 Coliformes Totales Método NMP</b> .....	55
<b>Ilustración 7 Escherichia Coli. Método por fundición</b> .....	56
<b>Ilustración 8 Valoración de DQO</b> .....	56
<b>Ilustración 9 Medición de pH</b> .....	57
<b>Ilustración 10 Medición de Turbidez</b> .....	57
<b>Ilustración 11 Medición de Nitritos</b> .....	58
<b>Ilustración 12 Material Flotante</b> .....	58
<b>Ilustración 13 Desechos plásticos</b> .....	59
<b>Ilustración 14 Película de Hidrocarburos</b> .....	59
<b>Ilustración 15 Barcos pesqueros a orillas del manglar</b> .....	60
<b>Ilustración 16 Barcos pesqueros cerca de muelles del estero</b> .....	60
<b>Ilustración 17 Bote de hierro a orillas del mangle</b> .....	60

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Referencia de actividad antropogénica de cada estación de muestreo .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 2 Coordenadas Geográficas de las estaciones de la toma de muestra- bajamar/pleamar .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 3 Mareas en verano seleccionadas para la toma de muestra .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 4 Métodos de análisis de los parámetros.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5 Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas marinas y de estuario.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 6 Tabla 1 Reactivo y cantidad de muestra a usar según diferentes rangos de DQO .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 7 Materia Flotante de Origen Antrópico e Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales en el agua-Estero Huaylá .....</b>	<b>36</b>

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la gran cantidad de contaminación causada por las diversas actividades antropogénicas representan una seria amenaza para la calidad del agua costera y causan un deterioro de las diversidades biológicas en todo el mundo<sup>1</sup>.

El agua de mar a lo largo de las costas ecuatoriana ha estado recibiendo grandes cantidades de descargas de aguas residuales industriales, agrícolas y domésticas no tratadas<sup>1</sup>, sufriendo mayor impacto las aguas de los esteros cercanos, como es nuestro caso el estero Huaylá que, debido al asentamiento y crecimiento poblacional en sus riberas y a la mala regulación de la eliminación de desechos o falta de conciencia de la comunidad, dichas actividades han ocasionan que el estero Huaylá halle implicado en un desequilibrio significativo a nivel ecológico además de la insalubridad del medio afectando la salud de los más vulnerables<sup>2</sup>.

La problemática de la contaminación de aguas además de ser compleja es de gran importancia en relación para la salud humana, así como de los ecosistemas ambientales, es por ello que se establecen normativas y sistemas de control de los parámetros de calidad de agua de ríos y esteros<sup>2,3</sup>.

A nivel mundial, para controlar la contaminación ambiental del agua, diversos países acogen reglamentaciones y guías enfocadas en la preservación del medioambiente y la calidad de las aguas superficies y costeras<sup>1</sup>. En el caso de Ecuador la norma técnica vigente es la dictada por la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental<sup>4</sup>, en ella se indica los criterios de calidad, los límites permisibles y los parámetros de monitoreo del recurso agua.

La contaminación del estero Huaylá se debe principalmente a las descargas continuas de aguas servidas de la ciudad de Machala, a la eliminación de gran cantidad de desechos orgánicos a diario por parte de los asentamientos poblacionales y los muelles situados a lo largo de la rivera de este brazo de mar, por residuos de combustibles o aceites de motores fuera de borda, las aportaciones de las aguas de camaroneras y el arrastre de gran cantidad de diversos desechos por la variación intermareal. Estas actividades han generado impactos ambientales al estero, contaminándolo, acumulando bacterias



patógenas y modificando la calidad de sus aguas, esto podría no solo alterar el punto de equilibrio ecológico, sino que también influir perjudicialmente en la salud de la población cercana al estero<sup>5</sup>.

Por lo descrito anteriormente el objetivo de este trabajo de titulación fue realizar un estudio del agua marina del Estero Huaylá de Puerto Bolívar en seis estaciones de muestreo por presentar diversos tipos de actividades antropogénicas, para así obtener datos actualizados y fiables de la calidad del agua en términos fisicoquímicos y microbiológicos y conocer el impacto ambiental de este ecosistema que está siendo contaminado constantemente sin ningún monitoreo.

## JUSTIFICACIÓN

### Justificación teórica

En el extracto de un objetivo del Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida, el estado “*Garantiza los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones*”<sup>6</sup>, interviniendo mediante la adopción de políticas de “*ordenamiento, conservación y manejo de recursos para los mares, las costas y manglares. Asegurando la integridad y funcionalidad de los paisajes naturales acuáticos y marino-costeros*”<sup>6</sup>

En otro objetivo del mismo plan, el estado plantea “*Desarrollar una política ambiental urbana, basada en el fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos locales y organizaciones sociales, que implemente sistemas de prevención y control de la contaminación ambiental, como el impulso a programas de manejo integral de los desechos sólidos, descontaminación de esteros, reciclaje de aguas municipales para usos de producción agrícola y, en general, sistemas de reciclaje que promuevan la economía comunitaria, así como medidas de bioseguridad orientadas a preservar la integridad biológica; con ello se minimiza los potenciales efectos negativos o los riesgos que la biotecnología eventualmente pudiera representar sobre el medio ambiente o la salud de las personas*”<sup>6</sup>.

Dichos objetivos del plan nacional no se están cumpliendo en el estero Huaylá, talvez por falta de estudios o investigaciones al estero, es por ello que el presente trabajo se lo realizó con el fin de dar a conocer la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua estero Huaylá y generar datos actualizados que aporten información del estado del estero reflejado en parámetros de calidad de sus aguas, importante para futuras investigaciones o controles ambientales del estero.

## **Justificación Práctica**

Se sabe que el estero Huaylá está contaminado, y que con el paso del tiempo va aumentando esta contaminación debido a numerosos factores antropogénicos, lo cual deriva a un desequilibrio ecológico de la zona adyacente al estero, sabiendo esto es pertinente generar información relevante en sí de cuanto están siendo contaminadas las aguas del estero y de cómo podría estar afectando esta contaminación, ya que no existe un monitoreo constante de la calidad del agua.

Con los análisis de calidad fisicoquímicos y microbiológicos para medir la contaminación de las aguas del estero Huaylá; se pretende dar resultados actualizados y fiables para posteriores estudios o planes de recuperación, además dar a conocer la situación del estero y que con esto se logre crear conciencia en que la falta de preservación y cuidado del estero Huaylá no solo puede estar afectando las especies de consumo que se desarrollan en el lugar, sino también a la población cercana al estero, ya sea directamente a través del contacto con sus aguas o indirectamente por el consumo de las especies locales que se desarrollan en el estero.

La investigación presentada se centra en la calidad del agua, los parámetros ambientales y los niveles de indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del agua marina del estero Huaylá de la región costera de Puerto Bolívar.

Por lo anteriormente descrito se justificó la inversión de recursos para el desarrollo del trabajo de investigación planteada, el cual se lo realizó en los laboratorios de investigación de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, ya que se contó con el personal capacitado, la infraestructura, equipos y mayoría reactivos y materiales necesarios para su desarrollo.

## CAPITULO I

### 1 PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento del Problema

##### *1.1.1 Problema general.*

¿Cuáles son los parámetros de calidad fisicoquímicos y microbiológicos del agua marina de las diferentes estaciones de muestreo del estero Huaylá, de la parroquia Puerto Bolívar, provincia de El Oro-Ecuador?

##### *1.1.2 Problemas específicos.*

¿En qué valores se encuentran los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua marina de las diferentes estaciones del estero Huaylá?

¿Se encuentran dentro de los límites permisibles de la “*Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: ¿Recurso Agua*” los resultados de los parámetros de calidad fisicoquímicos y microbiológicos del agua marina analizada en las diferentes estaciones de muestreo del estero Huaylá?

¿Cuál es la condición de marea y el parámetro de calidad que posee mayor nivel de contaminación en el Estero Huaylá?

## **1.2 Objetivos**

### *1.2.1 Objetivo General.*

- Evaluar y comparar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua marina de las diferentes estaciones de muestreo del estero Huaylá de la parroquia Puerto Bolívar, Provincia de El Oro-Ecuador.

### *1.2.2 Objetivos Específicos.*

- Evaluar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos el agua marina de las diferentes estaciones del estero Huaylá.
- Comparar los parámetros de calidad del agua marina analizada de las diferentes estaciones de muestreo del estero Huaylá con los límites permisibles de la “*Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua*”.
- Determinar la condición de marea y el parámetro de calidad con mayor nivel de contaminación.

## **1.3 Hipótesis**

Mediante el resultado de los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se podrá conocer la calidad del agua marina de las diferentes estaciones de muestreo del estero Huaylá.

## CAPITULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Una problemática actual en la provincia de El Oro, es el impacto ambiental ocasionado por las descargas directas de aguas residuales y de actividades agrarias o acuícolas, así como de camarónicas, que facilitan el ingreso de contaminantes a los ecosistemas acuáticos como ríos y esteros, además de los impedimentos para conservar la fauna presente<sup>5,7</sup>. En el estero Huaylá no existe un monitoreo constante de la calidad de sus aguas en los puntos que reciben descargas de aguas residuales, de laboratorios de cría de larvas de camarón o que reciba alguna contaminación de carácter antropológico.

El conocimiento de los parámetros de calidad ambiental fisicoquímicos y microbiológicos, a partir de la medición de los contaminantes básicos presentes en las aguas marinas del estero Huaylá y su comparación con los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, permitirá evaluar la contaminación presente en este ambiente marino costero<sup>5</sup>. Por lo antes mencionado, en este trabajo se evaluó la calidad físico-química y microbiológica del agua de mar del estero Huaylá.

#### 2.2 Contaminación del Medio Ambiente

Se entiende por medioambiente al conjunto de interacciones geológicas y biológicas, las cuales son determinantes de la estrecha dependencia entre la vida y el planeta tierra. También se refiere a la red de relaciones existenciales entre el mundo sociopolítico y el mundo biofísico<sup>8</sup>.

El termino contaminación del medio ambiente hace referencia a la presencia o combinación de varios agentes físicos, químicos o biológicos en el ambiente que a determinadas concentraciones podrían ser perjudiciales para la flora y fauna, así como también para la salud y bienestar de la población, o en dado caso no permitan el uso normal del mismo ni de sus propiedades<sup>9</sup>.

### **2.2.1 Contaminación química**

La contaminación química hace referencia a la presencia de sustancias químicas ajenas y perjudiciales al medio ambiente y que afectan la salud de la población humana, como por ejemplo nitritos, nitratos, los alquilofenoles, el ácido dibromoacético, benceno, cadmio y ftalanos<sup>10</sup>.

### **2.2.2 Contaminación biológica**

En la contaminación biológica entran como contaminantes como todos aquellos productos biológicos o seres que amenazan al entorno o a la disponibilidad de alimento y son perjudiciales para la salud del ser humano como por ejemplo presencia de coliformes totales, *Escherichia coli*<sup>10</sup>.

## **2.3 Calidad de Agua**

La calidad adecuada del agua disponible para la vida en un entorno es más imprescindible que cualquier otro factor y más aún si se habla de un buen vivir de las personas donde la calidad adecuada del agua es una circunstancia que no puede faltar<sup>11</sup>.

El término calidad de agua puntualiza los usos concretos de un cuerpo de agua, una de las definiciones más usadas es “las características químicas, físicas y biológicas del agua, generalmente con respecto a su capacidad adecuada para un uso designado”, como es de conocer, el agua posee muchos usos entre ellos está su consumo, recreación, pesca, industria y agricultura. En base a cada uso que se le dé, esta debe cumplir con diferentes estándares de calidad tanto fisicoquímicos como biológicos, para así poder respaldar los usos correctos para un cuerpo de agua en particular<sup>12</sup>.

Lo antes mencionado quiere dar a entender que, si en un ecosistema acuático, por poseer el agua limpia la vida es favorable para determinadas especies que lo habitan, y esta no necesariamente será útil para la recreación, el consumo humano o algún tipo de uso industrial<sup>13</sup>. Con esto se puede hacer énfasis en que por más superior que sea la calidad de un agua particular, no se hará uso de ella en otra aplicación que no sea la indicada<sup>14</sup>.

Las deficiencias de la calidad de agua se deben a dos principales categorías de contaminación del agua:

### *2.3.1 Contaminación de fuente puntual*

Esta se produce en los efluentes que se descargan diariamente de las aguas residuales de la ciudad o de residuos industriales por medio de conductos como zanjas o tuberías. Comúnmente incluyen contaminantes derivados de áreas urbanas, residenciales, forestales y agrícolas<sup>12</sup>.

### *2.3.2 Contaminación de fuentes no puntuales*

La contaminación de origen no puntual se produce a partir de fuentes difusas dispersas por el paisaje. Los acontecimientos como escorrentía de lluvias arrastran materiales a las aguas inclusive de sitios naturales que no han sido perturbados. Los contaminantes comúnmente propios de este tipo son los sedimentos, pesticidas, nutrientes de plantas y compuestos orgánicos<sup>12</sup>.

## **2.4 Evaluación de la calidad de Agua**

La calidad del agua tiene vital importancia para el desarrollo humano y económico, por ello hoy en día se ha vuelto fundamental la evaluación y valoración precisa de los niveles de calidad<sup>15</sup>.

Una parte importante del trabajo de protección ambiental tiene como base la evaluación de la calidad del agua, refiriéndose a esta como el monitoreo de indicadores físicos, químicos y biológicos por medio de métodos de evaluación, los cuales reflejan datos que son comparados con ciertos estándares de evaluación<sup>15</sup>.

Para poder conocer con precisión cual es el estado actual de la calidad del agua se necesita realizar valoraciones tanto cuantitativas como cualitativas de los diferentes factores de calidad del agua, para así mediante los resultados poder tener conocimiento del grado e influencia de contaminación en el medio acuático para así en el caso que se necesite una planificación de protección de los recursos hídricos, ya tener proporcionada una base científica<sup>15</sup>.



## **2.5 Agua de mar**

Esta es descrita como el agua proveniente de un mar u océano. El agua de mar en los océanos del mundo tiene una salinidad promedio de alrededor 3,5% (35 g/L). Esto expresa que cada kilogramo aproximadamente un volumen de 1 litro de agua de mar contienen un estimado de 35 gramos (1,2 oz) de sales disueltas, entre las cuales predomina del sodio ( $\text{Na}^+$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^-$ ). El agua de mar es una solución de varias sustancias diferentes, mayoritariamente por cloruro de sodio, pero habitualmente sabe abarcar cerca de todos los elementos naturales a manera de trazas<sup>16</sup>. En la superficie de los océanos la densidad media es de 1,025 kg/L, siendo más densa que el agua dulce y el agua pura ( $d = 1,0 \text{ kg/L}$  a  $4^\circ\text{C}$ ), esto es debido a la concentración de sales disueltas que presenta aumentan la masa en una proporción mayor que el volumen. Los valores del pH del agua de mar se ven limitadas típicamente en un rango comprendido entre 7,5 y 8,4. Pese a esto, universalmente no existe una escala de pH como referencia para el agua de mar, ya que este tiende a variar en sus mediciones<sup>17</sup>.

## **2.6 Contaminación Marina**

El termino contaminación marina hace referencia a “la introducción de sustancias y objetos en estuarios o el medio marino ya sea de forma directa o indirecta, la cual termina siendo perjudicial tanto para el recurso hídrico, así como para los recursos vivos provenientes del mismo, viéndose afectado el valor recreativo, las actividades marinas como la pesca y poniendo en riesgo la salud humana debido a la alteración de la calidad del agua marina<sup>18</sup>.

EL aumento de la contaminación marina, en especial el de las aguas costeras ha causado interés en las organizaciones protectoras del Medio Ambiente a nivel mundial, debido a que las constantes descargas de aguas servidas resultado de actividades antropogénicas y la gran cantidad de remanentes orgánicos domésticos han comenzado a alterar el medio marino, además de perjudicar la salud de las comunidades cercanas a los sitios de contaminación antes mencionados<sup>2</sup>.

## **2.7 Calidad del Agua de Mar**

Dentro de la calidad de agua marina se engloban dos tipos de indicadores; los indicadores no contaminantes y los indicadores de contaminantes. Los indicadores no contaminantes manifiestan la realidad global de la calidad del agua, en cambio los indicadores de contaminantes se utilizan principalmente para manifestar el estado de la contaminación del agua, estos indicadores juegan un papel importante ya que son la base primordial del monitoreo de la calidad, la evaluación, el control de la contaminación y la utilización del agua de mar<sup>17</sup>.

La detección de contaminantes en el agua de mar se ha convertido en un problema inminente en las últimas décadas, debido al incremento de las actividades antropogénicas que se convierten en una intensificación de la contaminación del agua de mar conllevando a influir significativamente en las cualidades y el ecosistema del agua de mar. Entre los principales indicadores de contaminantes en el agua de mar se encuentra el oxígeno disuelto (OD), el pH, la demanda biológica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), el fósforo total, el nitrógeno total, los microorganismos y los elementos de metales pesados<sup>17</sup>.

La detección y evaluación de la calidad de agua proporciona datos e información, que pueden ser usados como base y respaldo para una posible gestión ambiental en el caso de ser necesaria<sup>17</sup>.

## **2.8 Parámetros Físicoquímicos**

El conocer los indicadores físicoquímicos de algún tipo de agua resulta de utilidad ya que nos proporciona determinada información que ayuda a conocer la calidad estética, organoléptica y sanitaria del agua analizada. Generalmente la mayor parte de químicos contaminantes presentes en aguas, pueden ser capaces de afectar la salud de la población expuesta en un tiempo corto o prolongado en dependencia del químico y su concentración, como por ejemplo la exposición a nitratos en un corto tiempo es un peligro para la salud de los lactantes, además de que indica la posible contaminación por parte de aguas negras o residuales<sup>19</sup>.

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

El DQO es una prueba realizada en laboratorio, ésta resulta muy útil ya que es uno de los parámetros utilizado para controlar la calidad de las aguas, debido a que permite conocer el contenido de materia orgánica de una muestra de un cuerpo de agua. Esta prueba es usada para medir la cantidad de oxígeno (O<sub>2</sub>) necesario para poder digerir la materia orgánica oxidable con ayuda de una sustancia química oxidante en el medio. Un reactivo muy usado para este fin es el Dicromato de potasio ya que a elevada temperatura y en medio ácido resulta ser un agente oxidante capaz de oxidar casi en su mayoría (no ácidos grasos con bajo peso molecular) los compuestos orgánicos<sup>20</sup>.

Resulta útil ésta técnica a la hora de analizar aguas residuales en las cuales hay presencia de algún tipo de sustancias toxicas. La técnica por oxidación química es más rápida que la oxidación biológica y es utilizada principalmente para medir la materia orgánica en aguas potables, urbanas y aguas residuales siempre que sea la única manera de determinación<sup>20</sup>.

### *2.8.2 Sólidos disueltos totales (SDT)*

La terminología sólidos totales disueltos se la usa para describir la presencia de sales inorgánicas y bajas cantidades de materia orgánica disueltas en el agua, éste es un parámetro que provee una indicación general de la calidad química del agua. Los componentes principales de carácter inorgánico son generalmente los cationes de sodio, potasio, magnesio, calcio y amonio; y los aniones sulfatos, nitratos cloruros, bicarbonatos y fosfatos<sup>21-23</sup>.

La concentración de solidos disueltos totales puede variar dependiendo de las zonas geológicas donde se encuentra el agua debido a la presencia y solubilidad de los diferentes minerales en una zona y otra<sup>23</sup>.

### *2.8.3 Potencial de Hidrogeniones (pH)*

El potencial de hidrogeniones o pH es definido como el logaritmo inverso de la concentración de protones de una sustancia<sup>22</sup>. Dentro de la oceanografía la medición del valor del pH cumple un papel importante, ya que según el valor que presente se podrá establecer las características de las aguas, sean alcalinas o acidas. El valor del pH tiende

a variar ligeramente en dependencia de la profundidad, salinidad, temperatura o de la actividad biológica presente<sup>24</sup>. Las aguas naturales que reciben influencia intermareal con aguas marinas por lo general tienden a presentar un pH alcalino<sup>25</sup>.

#### **2.8.4 Oxígeno disuelto (OD)**

La evaluación de la concentración de oxígeno disuelto en medios acuosos se halla dentro de los parámetros de campo más significativos, este se ha convertido en una práctica para casi cualquier tipo de investigación acuosa, incluido los estuarios de aguas marinas, terrestres y residuales<sup>26</sup>. El oxígeno al ser un agente oxidante de fácil disponibilidad ocupa un papel clave en las actividades metabólicas y la salud ecológica de los ecosistemas<sup>26</sup>.

La concentración de OD en el agua de marina consigue ser un indicador del nivel de contaminación y de su capacidad para dar sustento a la flora y fauna del lugar, debido a que por lo general una concentración alta de OD indica que el agua es de una buena calidad y las concentraciones bajas de OD indicarían que a ciertos peces y organismos acuáticos se les dificultaría la vida<sup>24</sup>.

#### **2.8.5 Temperatura (T)**

Dentro de los parámetros físicos del agua, la temperatura posee un papel importante en el proceso de numerosos fenómenos que se desarrollan en el agua. Tal ejemplo es la solubilidad de las sales, así como del oxígeno, fundamental para la vida, además de que a determinada temperatura se pueden producir reacciones químicas y bioquímicas<sup>27</sup>.

La temperatura del agua de mar es un parámetro de control conservativo, esta puede verse afectada por las temporadas lluviosas, además de que por lo general la superficie de las aguas resultan siempre ser más cálidas, debido a que caen directamente sobre ella los rayos solares<sup>24</sup>.

La alteración violentas y extensas de la temperatura del agua influye en el metabolismo de especies, el aumento de la temperatura contribuiría a la aceleración de los procesos de putrefacción de materia orgánica y como consecuencia aumentaría la demanda bioquímica de oxígeno, disminuyendo notablemente los valores de oxígeno disuelto presentes en el ecosistema acuático<sup>22</sup>, todo esto afectaría la disponibilidad de nutrientes, la cadena trófica y la flora y fauna marina asociada<sup>28</sup>.

### **2.8.6 Conductividad Eléctrica (CE)**

La conductividad se define como la capacidad de una solución para transportar electricidad en el medio, dicha solución presenta iones, partículas diminutas con carga eléctrica, que dan la habilidad de conducir una corriente eléctrica en un medio acuoso<sup>27</sup>.

Los iones presentes en un medio suelen ser mayoritariamente provenientes de las sales y los ácidos cercanos a la fuente, entre más concentrada sea la solución del medio, más elevada será la conductividad y la cantidad de iones<sup>27</sup>.

La conductividad puede verse alterada por diferentes factores, entre ellos está el pH, la temperatura, los gases disueltos, la cantidad y tipo de sales que contiene el agua. La presencia de sales minerales en el agua mejora la conductividad, pero las materias orgánicas o coloidales no poseen una buena conductividad<sup>29</sup>.

### **2.8.7 Salinidad**

Los mares presentan por el derretimiento de los polos una salinidad baja, y en los trópicos va aumentando debido a la destrucción de la capa de ozono produciendo calentamiento global alterando la composición salina de los mares tanto en las regiones tropical y subtropical, donde la salinidad fluctúa entre 27,9 a 32,4<sup>30,31,32</sup>. La salinidad de los mares se debe a las sales expulsadas de los volcanes marinos, la variación de la salinidad es debido a las lluvias y temperatura donde existe aumento de evaporación, cantidad de sales y minerales<sup>33,34</sup>.

### **2.8.8 Turbidez**

La turbidez es producto de los gases, polvos, microorganismos e impurezas suspendidas en un medio, estas partículas disgregadas ocasionales son el indicador a analizar<sup>35</sup> mediante su persecución óptica donde los rayos se dispersan y absorben, existen métodos basándose en la asimilación de la intensidad de la luz<sup>36,37</sup>. Para la medición de este parámetro, se utiliza equipos nefelométrico, los cuales comparan la capacidad de dispersión de luz a través de una sustancia patrón definido con la capacidad de dispersión de luz de una muestra de estudio<sup>36</sup>.

### **2.8.9 Nitratos ( $NO_3^-$ )**

Los nitratos tienen aniones inorgánicos que se deterioran en el agua por organismos bacterianos que crean en primera instancia la sustancia química como el amoníaco. Mediante el ciclo del nitrógeno se puede conocer la oxidación de iones nitritos y nitratos<sup>38-40</sup>. Son aniones solubles en agua debido a su polaridad, tienen una estabilidad alta y estructura plana, los nitratos se reducen a nitritos en el estómago de lactantes. Y pueden provocar la disminución de captación de oxígeno en glóbulos rojos conocida como enfermedades de metahemoglobina<sup>33,38,41</sup>.

### **2.8.10 Nitritos ( $NO_2^-$ )**

Anión natural formado del nitrato mediante una oxidación bacteriana incompleta, es una sustancia donde la concentración de nitritos en el agua determine la contaminación de material fecal, tiene una acción perjudicial para la salud dando como resultado una metahemoglobinemia y nitrosaminas<sup>40</sup>. El método de análisis colorimétricos de diazotización se accede comprobar la concentración de nitrito en agua, los nitritos son solubles en agua, el ion nitrito es menos estable y muy reactivo, en lugares con una oxigenación menor los valores de nitritos son considerables<sup>33,38,41</sup>.

## **2.9 Materia flotante de origen antrópico**

La materia flotante son los desechos vertidos por embarcaciones que circulan en la superficie de las aguas los cuales no son solo retenidos los desechos inorgánicos sino también cadáveres de peces, mamíferos marinos arrastrados por las corrientes oceánicas, se analiza mediante la observación visual en aguas residuales y marinas<sup>42</sup>.

## **2.10 Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos totales**

Los HTP permite describir varios componentes químicos provenientes del petróleo crudo en la manufactura, la utilización de lubricantes, combustibles y disolventes orgánicos genera la contaminación de las aguas marinas al derramamiento de estos hidrocarburos deteriorando el ecosistema marino al no existir el intercambio gaseoso del agua y el aire, existen bajos contenidos de oxigenación no permite que los animales marinos puedan respirar<sup>43,44</sup>

## **2.11 Parámetros Biológicos**

Mantener el análisis frecuente de microorganismos entéricos presentes en las aguas potables o recreacionales es de importancia fundamental, esto es debido a que su presencia repercute de manera inmediata a la salud de la población que se expone a su uso. Por lo tanto, la presencia de cierto microorganismo patógeno presentes en estas aguas, es un indicador de la calidad de la misma<sup>19,45</sup>.

### **2.11.1 *Coliformes Totales***

Dentro de los parámetros microbiológicos, las normas y guías de calidad de agua recomiendan un grupo de microorganismos como indicadores, son las bacterias coliformes, conformadas por coliformes totales y coliformes fecales indicadores de contaminación. La determinación de su presencia y concentración en aguas aporta un valioso objeto de control para conocer su calidad<sup>46</sup>.

### **2.11.2 *Escherichia coli***

Pertenece al grupo de bacterias de coliformes fecales, es una de las bacterias específicas en la determinación de material fecal que existe en el agua, no pueden reproducirse en ambientes naturales, por lo que se lo utiliza como un indicador microbiológico para la determinación de la contaminación de heces fecales, son destacados de otros Coliformes termotolerantes que tiene la capacidad de reproducirse dentro de 24 horas a una temperatura de 44.5 °C produciendo toxinas shiga<sup>47,48</sup>. En las zonas donde el vertimiento de aguas producto del uso portuario, ganadero y agropecuario es directo a las aguas costeras, se ha encontrado alto contenido de *E. coli*<sup>49</sup>.

## CAPITULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación:

Para confirmar la hipótesis propuesta y efectuar los objetivos planteados en esta investigación cuasi-experimental, se realizó una secuencia de estudios correlacionados con un fin cuantitativo, el cual permitirá evaluar la calidad del agua marina del estero Huaylá de la parroquia de Puerto Bolívar. A las muestras de agua del estero se les realizó los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: materia flotante de origen antrópico, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, potencial de hidrogeno, turbiedad, solidos totales disueltos, conductividad, nitratos, nitritos, demanda química de oxígeno, hidrocarburos de petróleo aromáticos totales, coliformes totales y *Escherichia coli*.

#### 3.2 Identificación de variables:

##### 3.2.1 Variables Independientes.

- Estaciones de toma de muestras

##### 3.2.2 Variables Dependientes.

- Parámetros fisicoquímicos (T, OD, Salinidad, pH, Turbiedad, STD, Conductividad, Nitratos, Nitritos, DQO) en cada muestra de agua del estero Huaylá.
- Parámetros microbiológicos (Coliformes Totales y *Escherichia coli*) en cada muestra de agua del estero Huaylá.



### 3.3 Materiales y Equipos

#### 3.3.1 Materiales

- 54 Tubos de ensayo
- 54 Tubos Durham
- 12 Placas Petri
- Lámpara de alcohol
- Gradillas
- Micropipetas de 10  $\mu$ l
- Puntas para micropipetas 10  $\mu$ l
- Pipetas graduadas
- 2 Vasos de precipitación de 500mL
- vasos de precipitación de 100mL
- 4 Erlenmeyers de 500mL
- 36 frascos de plástico color ámbar de 1 Lt.
- 12 frascos de vidrio color ámbar de 1 Lt.

#### 3.3.2 Equipos

- Medidor Portátil de Oxígeno Disuelto marca BANTE, modelo 821
- Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension 156
- Medidor DQO Reactor marca HANNA modelo HI 839800
- Autoclave de aluminio eléctrica (120v) de 24lts
- Incubadora microbiológica marca MEMMERT
- Salinometro digital portátil HI-98311
- Multiparametro Bante 9000
- Refractometro Óptico ATC
- Turbidímetro portátil marca HACH modelo 2100Q
- Espectrofotómetro de absorción ultravioleta

- Espectrofotómetro portátil DR 1900
- GPS Garmin
- Embarcación pesquera (panga)

### **3.3.3** *Sustancias y Reactivos*

- Muestras ambientales: agua del estero Huaylá
- AGAR EMB
- Caldo lactosa
- AGUA MILI-Q
- Agua desionizada
- Alcohol potable 70%
- Agua destilada
- Reactivo HACH NitriVer3®
- Reactivo HACH NitraVer 5®
- Viales HI93754 para DQO

### **3.3.4** *Equipo de protección personal*

- Bata de laboratorio
- Guantes de vinilo
- Mascarilla
- Gorro

### **3.3.5** *Otros materiales*

- Tijeras
- Papel filtro
- Papel absorbente

### 3.4 Localización de la Investigación

La investigación se la realizó en el laboratorio de Microbiología y el laboratorio de Investigación de Toxicidad Ambiental de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la UTMACH Av. Panamericana km 5 ½ vía a Pasaje.

### 3.5 Área de Estudio

#### 3.5.1 Estero Huaylá

El área de estudio fue el agua del Estero Huaylá. En la Provincia de El Oro, al suroeste de la ciudad de Machala se encuentra ubicado el estero Huaylá en la parroquia de Puerto Bolívar, surge en el Barrio “8 de noviembre” y desemboca en el Estero Santa Rosa de mayor longitud y profundidad, ubicado en la parte sur de Puerto Bolívar, el estero húyala posee una longitud de alrededor de 4,24 Km<sup>5,50</sup>.

**Tabla 1 Referencia de actividad antropogénica de cada estación de muestreo**

<b>Estación de muestreo</b>	<b>Referencia/Actividad</b>
A	Asentamiento humano a orillas del estero, Desagües de aguas servidas.
B	Complejo Yach Club, Gasolinera, Venta de insumos para camaroneras.
C	Cooperativa de pescadores, Actividades comerciales de mariscos.
D	Gasolinera Terpel Gasomar, Asentamiento humano y talleres de fibra de vidrio, camaronera, laboratorios de larvas de camarón
E	Asentamiento humano y Actividades de cría de camarón, laboratorios de larvas de camarón.
F	Desembocadura del estero Huaylá al estero Santa Rosa, Asentamiento humano a las orillas del estero.

**Elaborado:** Autor

Las principales fuentes de contaminación del estero son los desechos de las actividades humanas desarrolladas como las actividades agrícolas, industriales, comercio pesquero, hidrocarburos, camaroneras, además de las aguas servidas de la ciudad de Machala, dichas actividades han ido deteriorando la calidad de sus aguas y por ende del ecosistema presente en el estero<sup>5,50</sup>.

**Figura 1.** Sitio de estudio, Estero Huaylá-Puerto Bolívar-Ecuador



Fuente: GoogleEarths2018

**Tabla 2** Coordenadas Geográficas de las estaciones de la toma de muestra-bajamar/pleamar

ESTACIONES DE MUESTREO / Sub-estaciones		S	W
A	A1	3° 15.517'S	79° 59.117'O
	A2	3° 15.526'S	79° 59.116'O
	A3	3° 15.542'S	79° 59.114'O
B	B1	3° 15.536'S	79° 59.258'O
	B2	3° 15.575'S	79° 59.253'O
	B3	3° 15.615'S	79° 59.255'O
C	C1	3° 15.672'S	79° 59.380'O
	C2	3° 15.677'S	79° 59.365'O
	C3	3° 15.690'S	79° 59.352'O
D	D1	3° 15.907'S	79° 59.619'O
	D2	3° 15.910'S	79° 59.591'O
	D3	3° 15.933'S	79° 59.568'O
E	E1	3° 16.303'S	79° 59.701'O
	E2	3° 16.321'S	79° 59.676'O
	E3	3° 16.337'S	79° 59.669'O
F	F1	3° 16.348'S	80° 0.263'O
	F2	3° 16.415'S	80° 0.252'O
	F3	3° 16.483'S	80° 0.245'O

Elaborado: Autor

### 3.6 Muestreo

Para realizar la toma de muestras en las diferentes estaciones del estero Huaylá, se acudió a la tabla de mareas de Puerto Bolívar estableciendo la hora y fecha de la toma de muestra (ver tabla 2). La toma de muestra se ejecutó entre los meses de agosto y octubre del 2018, en Bajamar y Pleamar respectivamente en las seis estaciones de muestreo establecidas considerando las áreas que desarrollan actividades antropogénicas en sus orillas descritas en la Tabla 1. Para llegar a las estaciones de muestreo fue necesaria la ayuda de una embarcación pesquera para la movilización por el estero, donde se midió los parámetros *in situ* (ver tabla 3), en dicha localidad se tomó tres muestras (orilla, centro, extremo) en cada una de las seis estaciones de muestreo establecidas. En la Figura 1 se muestra en el mapa las estaciones de muestreo y los puntos de la toma de muestras<sup>5,50</sup>. y se recolectó las muestras de agua superficial para análisis microbiológicos siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTE INEN 1105<sup>51</sup>, y para el análisis fisicoquímico se tomó las muestras siguiendo las indicaciones y procedimientos descritos en la norma NTE INEN 2 169 y NTE INEN 2 176<sup>52,53</sup>.

**Tabla 3 Mareas en verano seleccionadas para la toma de muestra**

<b>Bajamar</b>		<b>Pleamar</b>	
<b>20/08/2018</b>		<b>08/10/2018</b>	
<b>Hora</b>	<b>Altura</b>	<b>Hora</b>	<b>Altura</b>
<b>HH:mm</b>	<b>Metros</b>	<b>HH:mm</b>	<b>Metros</b>
05:38	1.05 B	03:57	3.13 P
11:59	2.36 P	09:52	0.14 B
18:13	0.85 B	16:18	3.07 P
---	---	22:07	0.11 B

**Elaborado:** Autor

**Fuente:** INOCAR,2018

### 3.7 Métodos

La metodología de trabajo consistió en realizar análisis *in situ* de algunos parámetros en el agua, por lo cual se transportó equipos de campo a las seis estaciones de muestreo, otros parámetros se los realizó en el laboratorio, por lo tanto, se necesitó transportar muestras utilizando botellas color ámbar previamente esterilizadas según las normas INEN. Todos los equipos empleados fueron calibrados previamente.

**Tabla 4 Métodos de análisis de los parámetros.**

	<b>Parámetros</b>	<b>Lugar</b>	<b>Equipo Utilizado</b>	<b>Métodos</b>
<b>Físicos</b>	<b>Temperatura</b>	in situ	Medidor Portátil de Oxígeno Disuelto marca BANTE instruments modelo 821	Termoelectrico (sensor)
	<b>Turbidez (NTU)</b>	laboratorio	Turbidímetro portátil marca HACH modelo 2100Q	USEPA180.1 ISO 7027 NEFELOMETRICA A 90 GRADOS
	<b>Conductividad</b>	laboratorio	Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension 156	Potenciométrico Electrométrico
	<b>Solidos Disueltos Totales</b>	laboratorio	Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension 156	Potenciométrico Electrométrico
	<b>Salinidad</b>	laboratorio	Salinometro Optico ATC	Refractometria
	<b>Materia Flotante de Origen Antrópico</b>	in situ		Visión
	<b>Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales</b>	in situ		Visión
<b>Químicos</b>	<b>pH</b>	laboratorio	Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension156	Potenciométrico (electrodos)
	<b>Oxígeno disuelto</b>	In situ	Medidor Portátil de Oxígeno Disuelto marca BANTE instruments modelo 821	Sensor polarografico / electroquimico
	<b>Nitratos</b>	laboratorio	Espectrofotómetro HACH modelo DR1900	Reducción de Cadmio (10,0 mg/L)
	<b>Nitritos</b>	laboratorio	Espectrofotómetro HACH modelo DR1900	USEPA Diazotización (0,300mg/L)
	<b>Demanda Química de Oxigeno</b>	laboratorio	Reactor marca HANNA modelo HI 839800	Dicromato EPA para la determinación de la DQO Viales HI93754
<b>Microbiol</b>	<b>Coliformes Totales</b>	laboratorio	Caldo Lactosado	NMP
	<i>Escherichia coli</i>	laboratorio	Agar EMB	Por invertido

Elaborado: Autor

### 3.7.1 Transporte de las muestras

Las muestras fueron rápidamente sometidas a simple enfriamiento (temperatura entre 2°C y 5°C) en cajas térmicas en el sitio de muestreo<sup>53</sup>, para así preservar la muestra por un corto tiempo durante su envío al laboratorio de investigación Toxicidad Ambiental de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud en la UTMACH para la posterior realización de los análisis respectivos.

### 3.7.2 Criterios de calidad analizados

**Tabla 5 Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas marinas y de estuario.**

Parámetros	Expresado	Unidades	Límites Máximos Permisibles
Temperatura	°C		Condiciones naturales ± 3 Máxima 35
Turbidez	Unidades nefeométricas de turbiedad	NTU	---
Conductividad		mS/cm	50 – 60
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/L	---
Salinidad		g/L	---
Materia flotante de origen antrópico	Visible	---	Ausencia
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos totales	Visible	---	---
Potencial de Hidrogeno	pH	Unidades de pH	6,5 – 9,5
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación mg/L	No < 60 No < a 5 mg/L
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	200
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/L	1,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	250 – 600
Coliformes Totales	Número más probable	NMP/100mL	2000 - 4000
Coliformes fecales equivalente a <i>Escherichia coli</i>	Unidades formadoras de colonias	UFC/100mL	200

**Fuente:** Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua y Priscilla Jara<sup>54</sup>

## 3.8 Parámetros Físico-Químicos

### 3.8.1 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Se encendió previamente el equipo reactor marca HANNA modelo HI 839800, luego se presionó el botón de temperatura predefinido escogiendo 150°C y se dejó precalentar estableciendo un temporizador regresivo en el equipo para que alcance la temperatura estable y requerida y así proceder a insertar las muestras e iniciar la digestión de las mismas<sup>55</sup>.

Se procedió a preparar los viales de reactivo para el rango de DQO requerido (ver Tabla 1), para esto se retiró la tapa del vial y utilizando una jeringa suministradora se agregó 0,2 mL de la muestra al vial, manteniéndolo en una inclinación de 45 grados mientras se realizaba éste proceso, luego de esto se procedió a colocar la tapa y se mezcló invirtiendo un par de veces el vial, teniendo cuidado al manipularlo porque éste tiende a calentarse durante la mezcla. Se repitió el mismo proceso para todas las muestras<sup>55</sup>.

Luego se preparó un blanco usando una jeringa limpia y añadiendo a un vial 0,2 mL de agua desionizada repitiendo los mismos pasos anteriores<sup>55</sup>.

Cuando el reactor se estabilizó a 150 °C, se procedió a insertar los viales en el reactor, se estableció un periodo de 2 hora de calentamiento a 150°C y se presionó el botón START para iniciar el proceso de digestión<sup>55</sup>.

Ya finalizado el tiempo de digestión, se procedió a apagar el reactor y se esperó 20 minutos para permitir que los viales se enfríen a 120 °C, se invirtió cada vial varias veces y se los coloco en una gradilla para que se enfríen a temperatura ambiente<sup>55</sup>.

Para la determinación colorimétrica del DQO se pasó a realizar la lectura en el equipo fotómetro multiparametrico HANNA modelo HI83214, para ello se eligió el rango de lectura en el equipo, se enceró el fotómetro con el vial del Blanco y luego se insertó uno a uno los viales con muestra para realizar la respectiva lectura del DQO.



**Tabla 6 Tabla 1 Reactivo y cantidad de muestra a usar según diferentes rangos de DQO**

Rango de DQO	Reactivo	Color del Vial	Cantidad de muestra
0-150 mg/L	HI 93754A-25	Rojo	2,0 mL
0-1500 mg/L	HI 93754B-25	Blanco	2,0 mL
0-15000 mg/L	HI 93754C-25	Verde	0,2 mL

**Fuente:** HANNA Instrumens<sup>55</sup>

### 3.8.2 *Solidos disueltos totales (TDS)*

Se utilizó el Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension 156 para medir Solidos Disueltos totales en las muestras, siguiendo el procedimiento indicado por el fabricante. Primero, se presionó la tecla *CON/TDS/SAL* hasta que apareciera el icono TDS la esquina inferior izquierda de la pantalla del equipo, luego se colocó la sonda del equipo en la muestra y se esperó a que el equipo estabilice la lectura y muestre el valor de solidos disueltos totales en mg/L, se enjuagó la sonda con agua desionizada y se repitió el mismo procedimiento en todas las muestras de agua<sup>56</sup>.

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

Se conectó el electrodo de medición de pH al Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension 156 y enjuagó con agua desionizada para proceder a encenderlo, luego se presionó el botón con el número *6 pH mV* y se colocó el electrodo en un vaso de precipitación con la muestra de agua, se presionó el botón *READ enter* para comenzar a realizar la medición visualizada en la pantalla, una vez estabilizada la lectura del equipo se anotó el valor del pH presentado en pantalla<sup>56</sup>.

Se retiró el electrodo del vaso con muestra y se enjuagó con agua desionizada para colocar en otra muestra siguiendo el mismo procedimiento y así se realizó la lectura en todas las demás muestras de agua<sup>56</sup>.

### 3.8.4 *Oxígeno disuelto (OD) y Temperatura*

La medición de oxígeno disuelto y temperatura se la realizo *in situ* utilizando el Medidor Portátil de Oxígeno Disuelto marca BANTE instruments modelo 821, para ello previamente se llenó con solución de electrolito la tapa de la membrana de la sonda de

Oxígeno Disuelto como lo indicaba el fabricante, luego se conectó la sonda al equipo y se lo encendió, se ajustó el coeficiente de salinidad a 35g/L y se esperó 15 minutos para polarizar la sonda antes de iniciar la medición, posterior a esto se sumergió la sonda directamente en el agua de la subestación de muestreo asegurándose que el sensor de temperatura este completamente sumergido y se revolvió suavemente la sonda hasta que el equipo estabilice la lectura para registrar el valor de Temperatura y Oxígeno Disuelto medido<sup>57</sup>. Se enjuagó extensamente la sonda con agua desionizada antes de iniciar la siguiente lectura.

### **3.8.5 Conductividad Eléctrica**

Para medir la conductividad eléctrica de las muestras se utilizó el Multiparametro Portable marca HACH modelo Sension 156, siguiendo el procedimiento indicado por el fabricante. Primeramente, se presionó la tecla *CON/TDS/SAL* hasta que apareciera el icono de conductividad en una esquina de la pantalla del equipo, luego se procedió a colocar la sonda del equipo en la muestra asegurando que la ranura de la sonda este totalmente sumergida, para eliminar cualquier burbuja atrapada en la ranura de la sonda, se la agito con la muestra durante unos 10 segundos y se esperó a que el equipo estabilice la lectura y muestre el valor de conductividad eléctrica, terminado esto se enjuagó la sonda con agua desionizada y se repitió el mismo procedimiento en todas las muestras<sup>56</sup>.

### **3.8.6 Salinidad**

Para medir la salinidad de las muestras se empleó el equipo HACH Sension 156 y se siguió el protocolo de medición indicado por el fabricante. Se colocó la sonda del equipo en la muestra, se presionó la tecla *CON/TDS/SAL* hasta que apareciera el icono SAL en la esquina inferior izquierda de la pantalla y se esperó a que el equipo estabilice la lectura y presente el valor de salinidad de la muestra, se enjuagó la sonda con agua desionizada y se repitió el mismo procedimiento en todas las muestras de estudio.

### **3.8.7 Turbidez**

Para medir la turbidez se utilizó el Turbidímetro portátil marca HACH modelo 2100Q siguiendo el protocolo del fabricante. Para ello se procedió a encender el equipo pulsando la tecla *ON/OFF*, luego se procedió a llenar la cubeta con muestra de agua del estero y se

colocó la tapa de la cubeta y se la limpio con un paño para evitar interferencias, posterior a ello se insertó la cubeta dentro del equipo y se presionó “Leer” el resultado se mostró en la pantalla luego de la medición<sup>58</sup>. Terminada la lectura se desechó la muestra y se enjuagó la cubeta con agua desionizada. Se siguió el mismo procedimiento con todas las demás muestras de estudio.

### 3.8.8 Nitratos ( $NO_3^-$ )

Para la determinación de nitratos se utilizó un espectrofotómetro marca HACH modelo DR1900 y el reactivo NitraVer5, siguiendo la metodología descrita por el fabricante. Para ello se encendió el equipo y se inició el programa “355, nitrato HR PP”. Para preparar la muestra se llenó una celda con 10mL de muestra, se agregó el contenido de un sobre de polvo de reactivo de nitrato NitraVer 5, se colocó el tapón de la celda de muestra para agitar vigorosamente durante un minuto y se inició el temporizador de 5 minutos en el equipo para que reaccionara la muestra<sup>59</sup>.

Para la preparación del blanco, se llenó otra celda con 10 mL de la muestra, luego se limpió la celda, posteriormente se la introdujo en el soporte del equipo para cubrirla y se presionó el botón de CERO mostrando en la pantalla 0,0 mg/L  $NO_3^-$ -N<sup>59</sup>.

Seguidamente luego de un minuto que finalizara el temporizador, se limpió la celda de la muestra preparada, se la inserto en el soporte del equipo, se la cubrió con el protector y se presionó LEER, los resultados se mostraron en mg/L  $NO_3^-$ -N<sup>59</sup>. Terminada la lectura se desechó la muestra de las celdas y se las enjuagó con agua desionizada. Se siguió el mismo procedimiento con cada muestra.

### 3.8.9 Nitritos ( $NO_2^-$ )

Para la determinación de nitritos en las muestras, se utilizó un espectrofotómetro marca HACH modelo DR1900 y el reactivo NitriVer3 y se siguió la metodología proporcionada por el fabricante. Se encendió el espectrofotómetro e inició el programa “371, Nitrite LR PP”, para la preparación de la muestra se llenó una celda con 10mL de muestra, se agregó el contenido de un sobre del reactivo en polvo NitriVer3 para proceder a agitar para que se mezclase. Se inició el temporizador de 20 minutos en el equipo con el propósito de que el reactivo reaccione con la muestra<sup>60</sup>.

Para preparar el blanco se llenó otra celda con 10mL de muestra, se limpió las paredes de la celda e insertó en el soporte del equipo, se presionó el botón CERO en el equipo mostrando en la pantalla 0,000 mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N<sup>60</sup>.

Se limpió la celda de la muestra preparada y se insertó en el soporte del equipo, luego se presionó LEER y los resultados se mostraron en mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N<sup>60</sup>.

Terminado el análisis se desechó la muestra de las celdas, se las enjuagó con agua desionizada y se siguió el mismo procedimiento para la siguiente muestra.

### *3.8.10 Material Flotante de origen antrópico visible e Hidrocarburos de Petróleo Totales Visible.*

La medición de estos parámetros se realizó mediante inspección visual en cada una de las subestaciones de muestreo del estero Huaylá.

## **3.9 Microbiológico**

### *3.9.1 Coliformes Totales*

La determinación de coliformes totales se realizó con el reactivo Caldo Lactosa marca Difco™, se siguió las instrucciones descritas por el fabricante para su preparación. Se suspendió 1,56 g del polvo en 120 mL de agua purificada luego se procedió a mezclar y calentar suavemente en una cocineta eléctrica, hasta que se haya diluido por completo, donde se pasó a autoclave a 121°C durante 15 minutos<sup>61</sup>.

Para la preparación de la muestra se siguió la metodología descrita en las Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-2. Se preparó una dilución o suspensión inicial por duplicado por cada muestra, para ello se mezcló 1 mL de muestra en un volumen de reactivo diluyente (caldo lactosa) igual a nueve veces su unidad<sup>62</sup>, en tubos de ensayo con tubos Durham invertidos en su interior.

Las muestras fueron sometidas a incubación por 48 horas a una temperatura de 35 °C, transcurrido el tiempo se procedió a observar la producción y cantidad de gas en los tubos Durham, la presencia de gas es indicativo de una prueba positiva para coliformes<sup>63</sup>. (citar 1529.6).

### 3.9.2 *Echerichia Coli*.

Para determinar bacterias *E. coli* en las muestras de agua, se utilizó el reactivo Agar EMB marca Difco™, para su preparación se siguió el manual del reactivo del fabricante. Se suspendió 8,98 g del polvo en 240 mL de agua purificada, se mezcló bien, luego se calentó agitando ligeramente para disolver totalmente el polvo, después se sometió a autoclave durante 16 minutos a 121°C<sup>64</sup>.

Se siguió la técnica de recuento de colonias en medio solido INEN 1529-7. Se colocó por duplicado 1mL de muestra en placas Petri rotuladas, rápidamente se añadió en cada una de las placas un aproximado de 20 mL del agar EMB previamente mantenido a una temperatura de  $45 \pm 2^\circ\text{C}$  para que no se solidifique<sup>65</sup>.

Se mezcló suavemente la muestra con el medio realizando movimientos en forma de ocho y giros circulares de izquierda a derecha cinco veces cada una. Como blanco en otra placa Petri sin muestra se agregó solo 20mL del agar. Se dejó solidificar las placas Petri preparadas con agar<sup>65</sup>.

Se incubo las placas invertidas por un tiempo de  $24 \pm 2$  horas a 35°C. Terminado el tiempo, se escogió las placas Petri con más de 30 colonias, se analizó a luz transmitida cada una de las placas. Se contó solo las colonias entre 0,5 mm a 2mm de diámetro de coloración verde metálico brillante<sup>65</sup>.

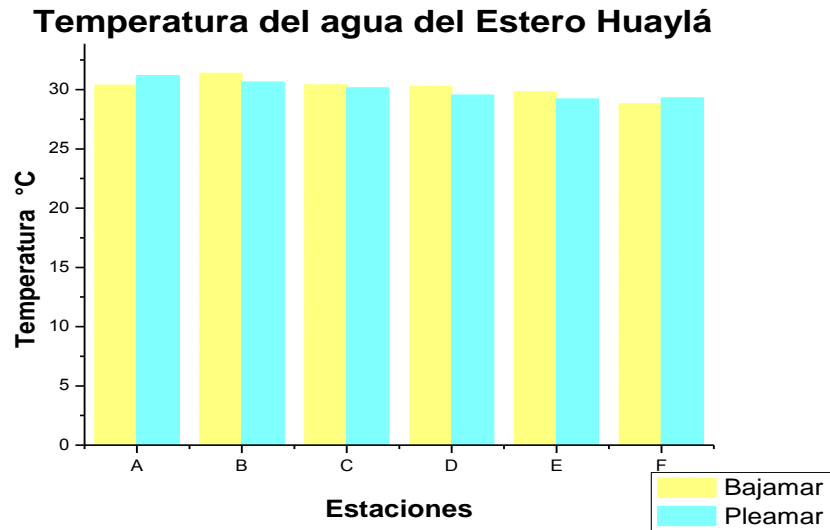
## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Parámetro Físicos

##### 4.1.1 Temperatura

**Figura 1** Temperatura del agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

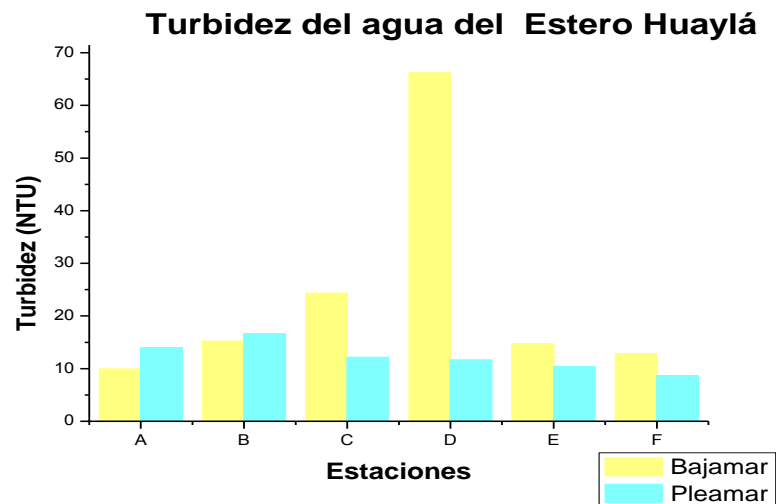
Como criterio de calidad para Agua Marina y Estuario el límite máximo permisible de la Temperatura es de 32 °C, según los valores registrados en Bajamar y Pleamar las condiciones de temperatura del agua del estero Huaylá en los puntos seleccionados no sobrepasan el límite máximo permisible, estas mantienen un rangoso entre 31,37 – 28,8 y 31,17 – 29,2 en bajamar y pleamar respectivamente.

En la Figura 1 se muestra la variación de temperatura para las dos condiciones de marea en las estaciones de muestreo, entre ellas no hay diferencia significativa, pero se puede notar que a medida que las estaciones va a la desembocadura del estero Huaylá, la temperatura disminuye gradualmente, esto podría ser debido a que las descargas directas de aguas servidas y la materia orgánica presentes en los primeros puntos que al ser descompuestas por los microorganismos presentes producen reacciones exotérmicas incrementando la temperatura del agua.

La temperatura del agua es un parámetro importante dentro de la calidad de un ecosistema, ya que influye directamente sobre la solubilidad de sales en el agua y la baja disposición del oxígeno disuelto en ella, su incremento conlleva a una aceleración del metabolismo de microorganismos (DBO) y la putrefacción de la materia orgánica.

#### 4.1.2 Turbidez

**Figura 2** Turbidez del agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

En la figura 2 se compara la variación de la turbidez en bajamar y pleamar en las diferentes estaciones de muestreo, la estación de muestreo D durante marea baja muestra un mayor incremento de la turbidez en comparación con los demás puntos de muestreo, alcanzado un promedio de 66,15 NTU claramente exagerado comparado con los demás puntos, relacionando las escalas se puede notar que la mayor influencia de turbidez es en Bajamar, esto es debido a que en esta condición de marea se reduce el nivel del agua de mar, incrementando las partículas suspendidas (lodo, arcilla) por el mismo arrastre de corriente con la superficie del suelo o debido a la cantidad aguas servidas y desechos orgánicos que constantemente son descargados al estero y producen un incremento de microorganismos los cuales como resultado de sus procesos metabólicos generan turbidez.

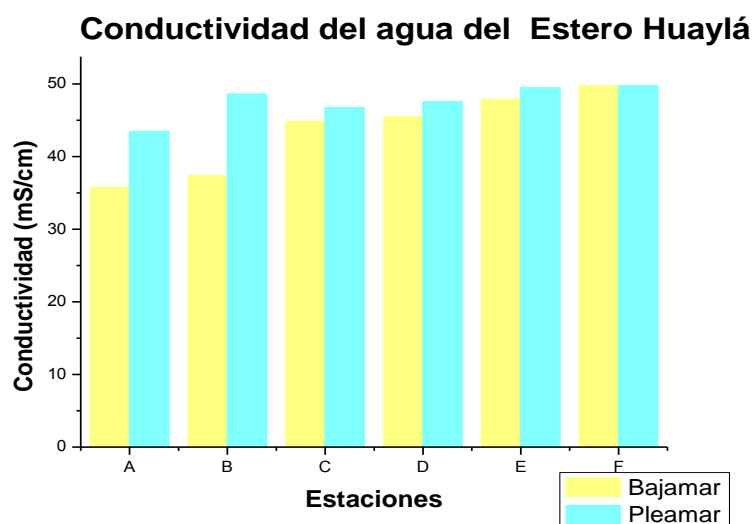
Los valores más bajos de turbidez se registran en la esta estación F tanto para Bajamar como Pleamar, esto es debido a que en dicho punto queda la desembocadura del estero Huaylá hacia un estero más grande como es el de Santa Rosa, diluyendo las partículas suspendidas.

Una razón por la cual la estación D en Bajamar pudo haber incrementado la turbidez tan drástica se deba posiblemente a que, en esta estación de toma de muestras, existen diariamente embarcaciones pesqueras comprando gasolina, removiendo las agua con sus motores fuera de borda y con ello creando remoción del sedimento depositado en el fondo. Dentro de un ecosistema que posee fuentes de agua, la turbidez juega un papel importante, ya que, si esta se incrementa constantemente, el paso de los rayos solares va a ser débil afectando en gran medida cualquier tipo de actividad fotosintética marina.

En la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, dentro de los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, no se haya establecido límites máximos permisibles para el parámetro turbidez, pero tomando como referencia el límite máximo permitido establecido como criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, todas las estaciones cumplirían ya que se encuentran debajo del valor establecido que es de 100,0 NTU.

#### 4.1.3 Conductividad Eléctrica

**Figura 3** Conductividad del agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

Dentro de los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, el límite máximo permisible establecido para el parámetro conductividad es de 50 - 60 mS/cm.

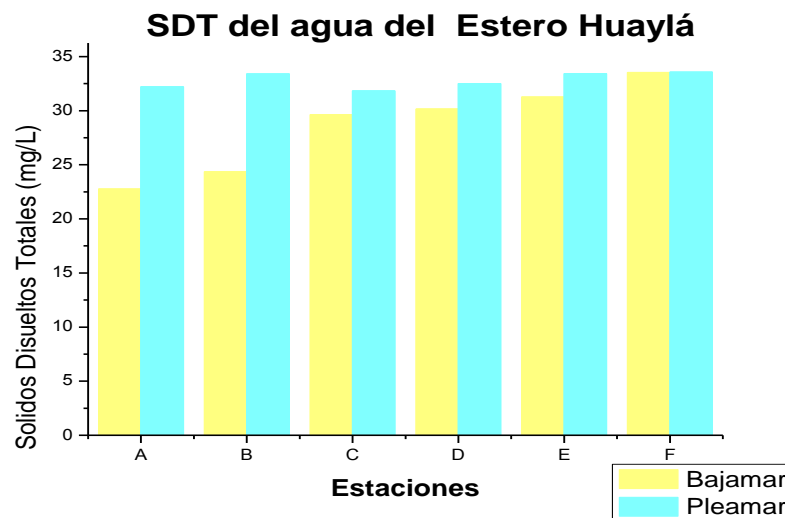


La conductividad eléctrica promedio de las estaciones de muestreo están entre un rango de 35,70 – 49,70 mS/cm y 43,67 – 49,77 mS/cm para Bajamar y pleamar respectivamente dicho parámetro no es excedido en las dos condiciones de marea.

En la Figura 3 se puede observar que a medida que las estaciones de muestreo se van acercando hacia la desembocadura del estero Huaylá, la conductividad eléctrica comienza a aumentar gradualmente, esto es debido a que el agua de mar posee gran cantidad de sales y minerales disueltos lo que le da esa capacidad de conducir corriente eléctrica, además de que en estos puntos dirigidos hacia la desembocadura, el agua no es diluida a diferencia de las primeras estaciones que por la gran cantidad de descargas de aguas servidas de origen dulce y materia orgánica diluyen las sales y minerales del agua salada disminuyendo la conductividad, cabe destacar que la materia orgánica no posee gran capacidad de conducción eléctrica.

#### 4.1.4 Sólidos Disueltos Totales

**Figura 4 Sólidos Disueltos Totales del agua-Estero Huaylá**



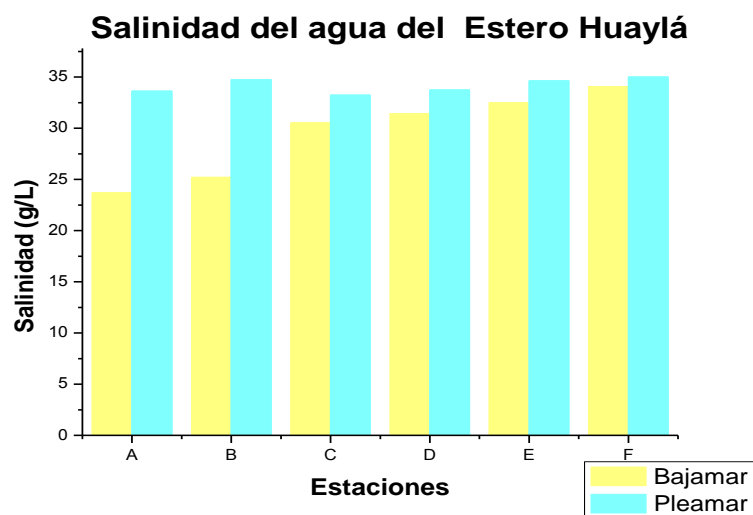
**Elaborado:** Autor

No se podría discutir si se sobrepasan o no el límite de SDT ya que en los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, no se establece el límite máximo permisible para el parámetro Sólidos Disueltos Totales.

Los rangos de SDT caen en valores de 22,77 – 33,53 mg/L y 31,83 – 33,57 mg/L en Bajamar y Pleamar respectivamente, al analizar la Figura 4 y relacionar las escalas de los valores promedios obtenidos en las estaciones durante las dos condiciones de marea, se puede ver que la mayor influencia de STD es en Pleamar y que la estación F posee mayores valores de STD en ambas condiciones de marea, esto es debido a que dicha estación se encuentra en toda la desembocadura del estero, como mencionó en parámetros anteriores el agua de mar posee gran cantidad de sales y minerales disueltos y al no existir algún tipo de dilución del agua de mar por parte de aguas residuales dulces, el valor de SDT alto propio de aguas marinas se mantiene.

#### 4.1.5 Salinidad

**Figura 5** Salinidad del agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

El valor de salinidad promedio en las estaciones de muestreo del Estero Huaylá estuvo en rangos de 23,70 – 34,07 g/L y 33,23 – 35,00 g/L para Bajamar y Pleamar respectivamente, en los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios no se establece el límite máximo permisible para el parámetro Salinidad, pero la gran cantidad de sal presente en las muestras es propia de las aguas costeras marinas.

Observando la Figura 5, se puede analizar de las escalas que en la condición de Pleamar se registra mayor salinidad en el agua del estero Huaylá, en cambio las primeras estaciones de Bajamar la salinidad es un poco inferior, pero se va incrementando a medida que los puntos se acercan a la desembocadura del estero, las razones se mencionaron anteriormente, esto es debido a que en Pleamar incrementa el nivel del agua de mar en el

estero, no viéndose tan afectado por diluciones por parte de las descargas de aguas servidas dulces presentes en las primeras estaciones, a diferencia como se da en Bajamar que el hecho de la disminución del agua de mar y la influencias de las descargas de aguas servidas en las primeras estaciones de muestreo tiende a diluir el agua marina y disminuir la salinidad.

#### 4.1.6 *Materia Flotante de Origen Antrópico e Hidrocarburos de petróleo Aromáticos*

##### *Totales*

**Tabla 7** Materia Flotante de Origen Antrópico e Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales en el agua-Estero Huaylá

Estaciones	Nivel del Muestreo	Materia Flotante de Origen Antrópico	Hidrocarburos de petróleo Aromáticos Totales
<b>BAJA MAR</b>			
A	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
B	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
C	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	+	-
D	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
E	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
F	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
<b>PLEAMAR</b>			
A	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
B	Orilla	-	+
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
C	Orilla	+	-
	Centro	+	-
	Extremo	+	-
D	Orilla	-	+
	Centro	-	+
	Extremo	-	-
E	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-
F	Orilla	-	-
	Centro	-	-
	Extremo	-	-

Presencia (+); Ausencia (-)

En la Tabla 7 se muestran los resultados de Materia Flotante de Origen Antrópico e Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales obtenidos de cada subestación de muestreo en bajamar y pleamar.

Con respecto a la Materia Flotante de Origen Antrópico, la única sub-estación donde se encontró Presencia (+) fue en la subestación C3 Extremo de la estación C en bajamar, a diferencia de Pleamar en donde todas las subestaciones (C1, C2 y C3) de la estación C tenían Presencia (+) de ésta, dichas sub-estaciones mencionadas no cumplen con el parámetro descrito como criterio de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios en el cual menciona como límite permitido la ausencia Materia Flotante de Origen Antrópico. El origen de esta materia flotante presumiblemente se debe que, al subir o bajar la marea fue arrastrando material flotante a estas subestaciones.

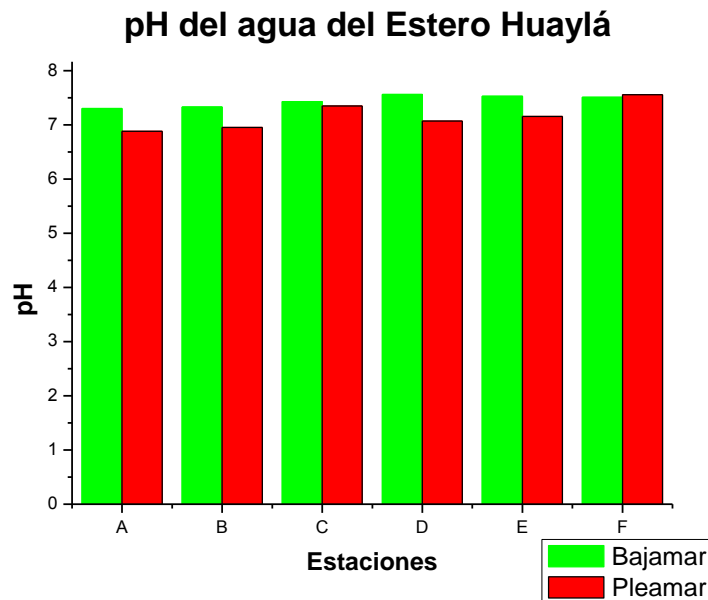
Analizando la tabla de resultados de Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales se puede observar que durante Bajamar en todas las subestaciones de muestreo no hubo presencia detectable por olor o formación de películas superficiales, mientras que en Pleamar se encontró Presencia en las sub-estación B1 de la estación B y en las sub-estaciones D1 y D2 de la estación D. Esto es debido a que cerca de esas esas estaciones se encuentran gasolineras y la mayoría de pescadores recurre a comprar gasolina regando accidentalmente gasolina o algún tipo de aceite para motores fuera de borda, esto lo realizan durante pleamar debido a que si van en bajamar podrían quedarse varadas sus embarcaciones.

Dentro de los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, no se establece valores para el parámetro Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos totales, sin embargo, si tomamos como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – SINIA. 2008, el parámetro analizado cumpliría en Bajamar, a diferencia que las sub-estaciones B1, D1 y D1 que no cumplen con el criterio de Ausencia en Pleamar.

## 4.2 Parámetros Químicos

### 4.2.1 Potencial de Hidrogeno

**Figura 6** pH del agua-Estero Huaylá



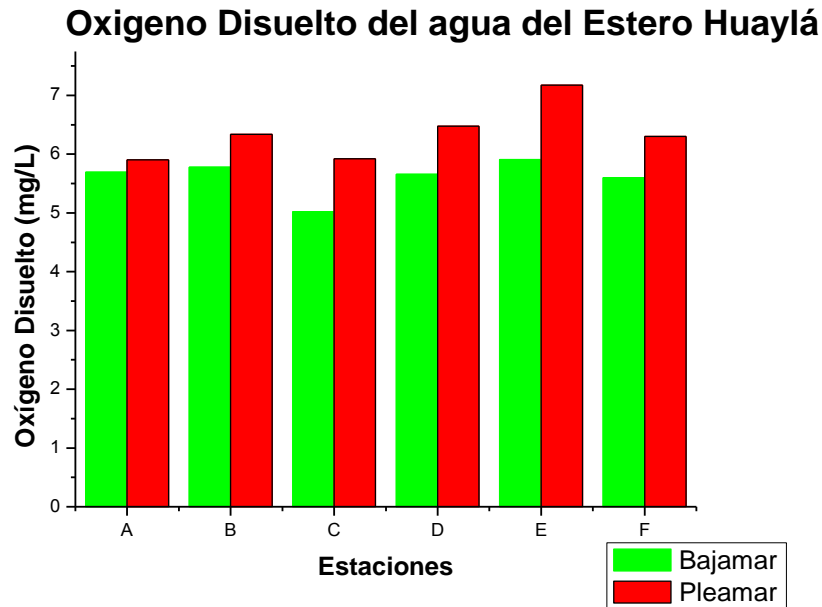
**Elaborado:** Autor

En la figura 6 se muestran el promedio de los valores de pH por estaciones, observándose que las concentraciones de pH son casi similares en ambas condiciones de marea; estos valores entran en un rango de 7,30 – 7,56 y 6,88 – 7,56 en bajamar y pleamar respectivamente. El criterio de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, establece que los rangos indicados de pH permisibles son de 6,5 a 9,5; comparando estos valores con los promedios de pH obtenidos se da a conocer que en ninguno de las estaciones tanto en bajamar como en pleamar se excede los límites permisibles, si no que se encuentran dentro de ellos.

El pH es un parámetro de campo analizado en ecosistemas acuíferos, la alteración de sus valores puede afectar en reacciones biológicas en los organismos y químicas en el agua, un cambio drástico del pH puede afectar la flora y fauna del ecosistema pudiendo ocasionar la muerte de los organismos vivos presentes en el agua. El pH también se ve afectado por situaciones antropogénicas como las descargas directas de aguas residuales y desechos orgánicos, ya que los microorganismos presentes en el medio tienden alterar el pH del medio debido a sus diversas reacciones biológicas producidas al descomponer materia orgánica presente.

#### 4.2.2 Oxígeno Disuelto

**Figura 7** Oxígeno Disuelto del agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

Como criterio de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, el Oxígeno Disuelto no debe ser menor a 5mg/L. De acuerdo a el promedio de los valores registrados en condiciones de Bajamar y Pleamar del agua del estero Huaylá, las concentraciones de OD medido en las estaciones se encuentra dentro del límite permitido, con un rango entre 5,02 – 5,91 mg/L y 5,91 – 7,17 mg/L en bajamar y pleamar respectivamente.

En la Figura 7 se muestran el valor promedio de OD por estación de muestreo en condiciones de Bajamar y Pleamar, analizado la gráfica se puede observar que en Pleamar existe mayor concentración de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo del agua del estero Huaylá y que la estación C en Bajamar muestra la menor concentración OD medido.

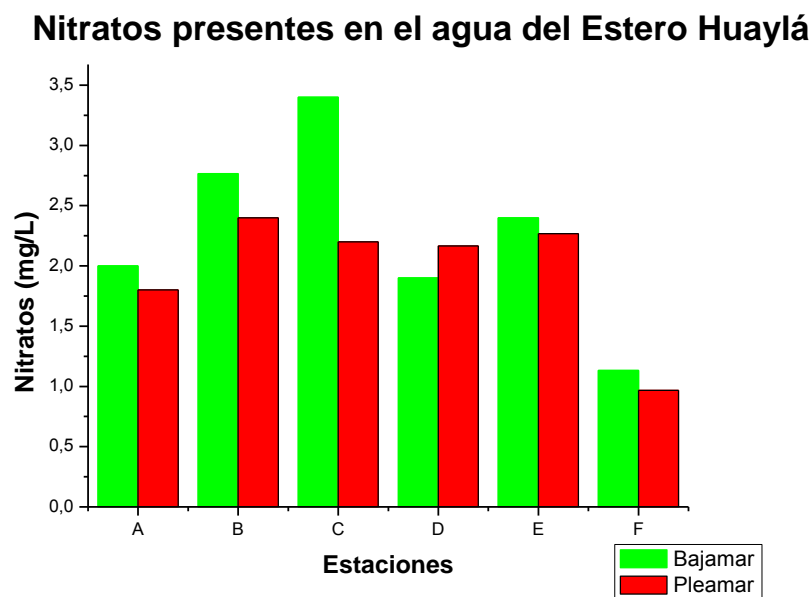
Esta diferencia de concentraciones por condición de marea se debe a que en Bajamar aumenta la concentración de aguas servidas domésticas y desechos orgánicos por parte de los habitantes cercanos al estero, con ello incrementan los procesos biológicos de microorganismos presentes, así como la degradación de la materia orgánica que consumen el OD presente en el agua disminuyendo sus valores de disponibilidad.

La disponibilidad del Oxígeno Disuelto en ecosistemas acuáticos es utilizada como control de los niveles de contaminación del medio, un nivel adecuado de OD es fundamental para la supervivencia de organismos acuáticos y peces. La disminución de éste parámetro influye desfavorablemente en el crecimiento y reproducción de la flora y fauna presente. La cantidad de sales disueltas y las altas temperatura tienden a disminuir la disponibilidad de OD.

En marea alta la turbulencia producida por el contante paso de embarcaciones pesqueras podría estar ayudando a la oxigenación del agua.

#### 4.2.3 Nitratos

**Figura 8** Nitratos presentes en el agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

El límite máximo permitido de Nitratos para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios es de 200 mg/L. De acuerdo al promedio de los valores de nitrato por estación, las concentraciones varían entre 1,13 – 3,40 mg/L y 0,97 – 2,40 mg/L en Bajamar y Pleamar respectivamente, ninguna de las estaciones de muestreo sobrepasa el límite máximo permitido.

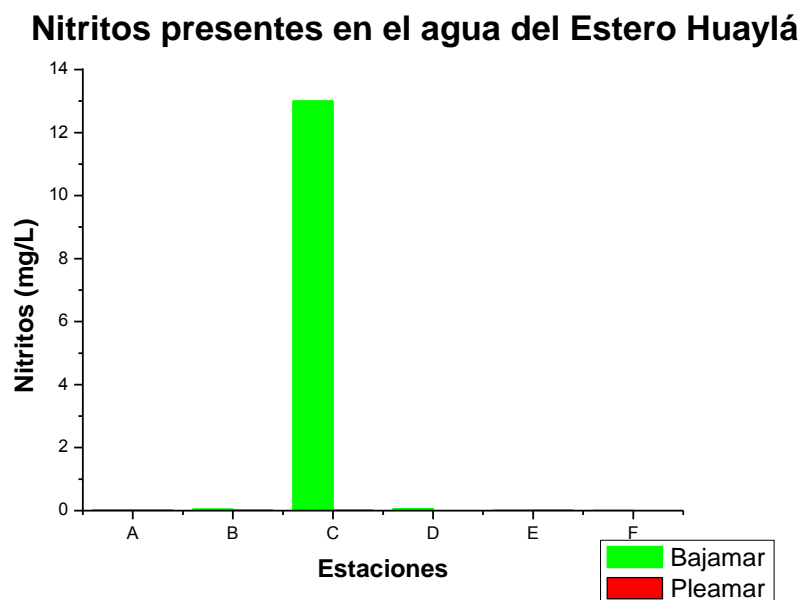
En la Figura 8 se muestra el promedio de nitritos por estación en las dos condiciones de marea, analizando las barras del grafico se puede notar que la condición de Bajamar tiene

suspendida más cantidad de nitratos en sus aguas y la Estación C de Bajamar es la que más concentración de Nitratos posee. Esta mayor concentración de nitratos en Bajamar esta reaccionado con las descargas directas de aguas residuales, desechos orgánicos e influencia de ciertas camarónicas presentes al otro lado del estremo del estero.

La presencia de Nitratos en aguas superficiales es a causa del ciclo del nitrógeno, pero también puede ser por causas antropogénicas como el uso de fertilizantes nitrogenados cercanos a la zona que posteriormente a través de escorrentía termina en el agua.

#### 4.2.4 Nitritos

**Figura 9** Nitritos presentes en el agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

Analizando la Figura 9, en todas las estaciones de muestreo en ambas condiciones de marea a excepción de la estación C de Bajamar, la concentración de Nitritos es despreciable.

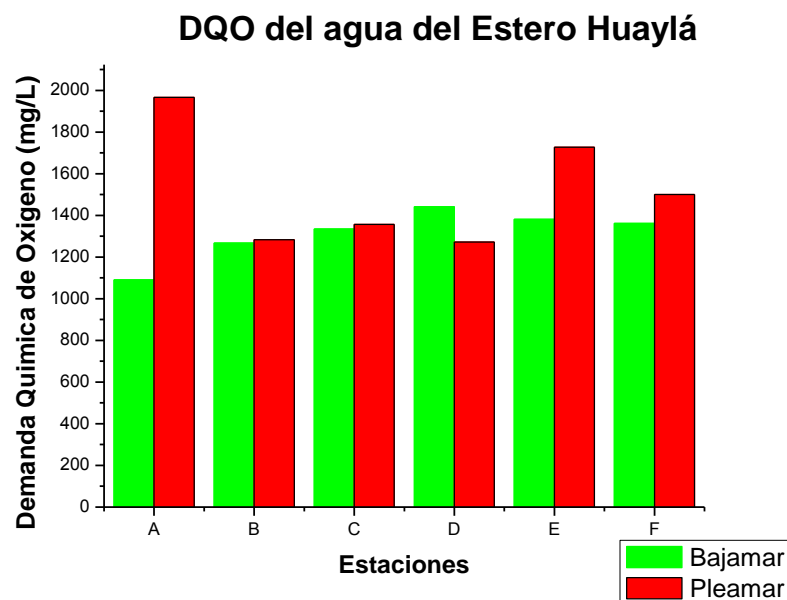
La estación C en Pleamar alcanza un valor promedio de 13 mg/L de Nitritos, superando drásticamente los límites permisibles establecidos para este parámetro de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios el cual es de 1,0 mg/L.



Analizando esta situación del valor elevado, quizá se debe presumiblemente a que en esa estación de muestreo hay bastante movimiento comercial de descarga y venta de mariscos, donde se dedican a faenar la mayoría de mariscos y arrojar los desechos a las orillas del estero, los cuales se degradan a esa forma de nitrógeno, además de que justamente a la otra orilla del estero se encuentran embarcaciones abandonadas y en desuso hechas de madera, las cuales se estarían degradando con el paso del tiempo, cuya descomposición de la madera es una de las muchas causas de la presencia de nitritos sin olvidar la cantidad que es vertida a través de aguas servidas domésticas.

#### 4.2.5 Demanda Química de Oxígeno

**Figura 10** DQO del agua-Estero Huaylá



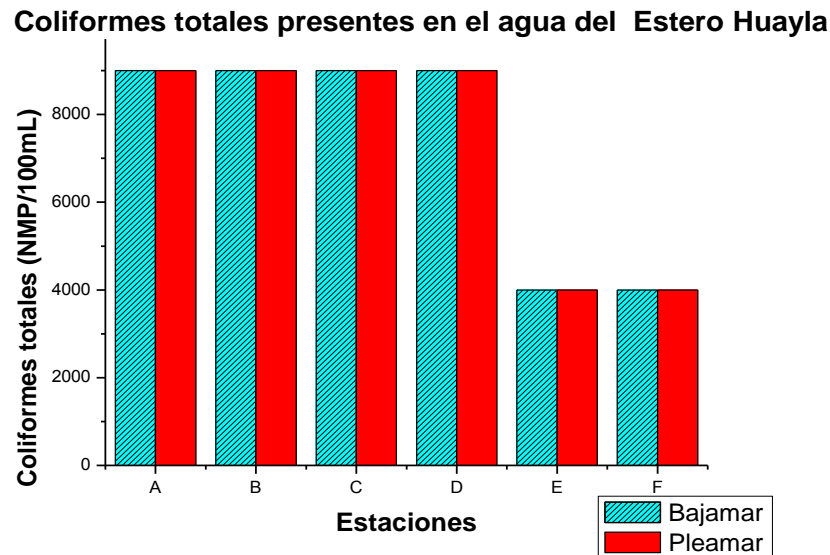
**Elaborado:** Autor

En la figura 9 se muestra la concentración de DQO para las diferentes estaciones en Bajamar y pleamar, los valores estuvieron entre rangos de 1090 – 1441 mg/L y 1272 – 1966 mg/L para Bajamar y Pleamar respectivamente, en todas las estaciones de muestreo tanto Bajamar como Pleamar se sobrepasan los límites máximos permitidos que son 250 – 600 mg/L, ello indicaría que existe gran contaminación por parte de compuestos orgánicos en el agua del estero Huaylá, resaltando la estación A de pleamar como la más contaminada, esto es debido a que existe un asentamiento humano a sus orillas los cuales arrojan directamente sus desechos al estero.

### 4.3 Parámetros Microbiológicos

#### 4.3.1 Coliformes Totales

**Figura 11** Coliformes totales presentes en el agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

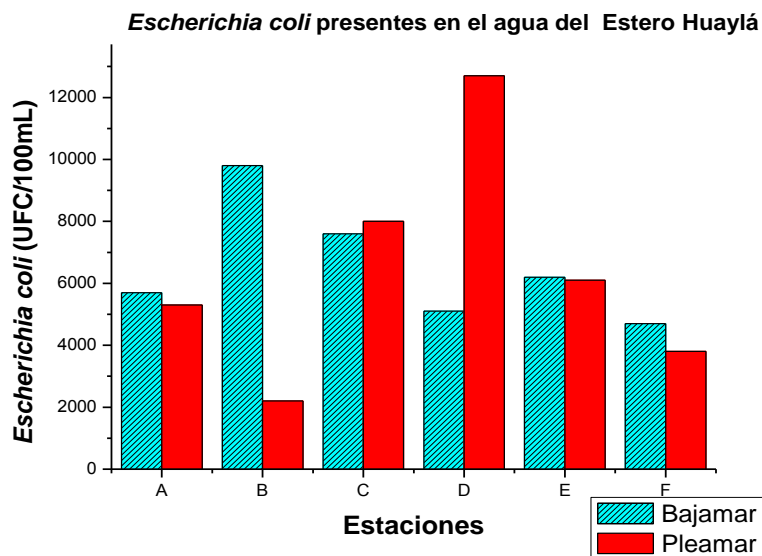
En la figura 11 se muestra el valor de Coliformes Totales por estaciones de muestreo en Bajamar y Pleamar, se observa que en ambas condiciones de marea los resultados salieron iguales ubicándose entre rangos de 4000 a 9000 NMP/100 ml. Dentro de los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, no se establecen límites máximos permisibles para Coliformes Totales, por ello se toma como referencia los límites máximos permisibles de los criterios de calidad para aguas con fines recreativos por contacto primario y secundario los cuales son 2000 NMP/100 ml y 4000 NMP/100 ml respectivamente.

Al comparar los resultados con el límite máximo permisible del criterio de calidad para aguas con fines recreativos por contacto primario, se puede establecer que en ambas condiciones de marea todas las estaciones de muestreo sobrepasan el límite máximo permisible. En cambio, al comparar con el criterio de calidad para aguas con fines recreativos por contacto secundario se establece que en ambas condiciones de marea para las estaciones A, B, C, D sobrepasan el límite máximo establecido, a diferencia de las estaciones E y F que en ambas condiciones de marea que se encuentran exactas para el límite permisible.

La gran cantidad de coliformes Totales presente en las primeras estaciones de muestreo es debido a las constantes descargas de aguas servidas que recibe el estero, pero a medida que desemboca el estero se ve disminuida la cantidad de Coliformes Totales por la dilución misma de las aguas.

#### 4.3.2 *Escherichia coli*

**Figura 12** *Escherichia coli* presentes en el agua-Estero Huaylá



**Elaborado:** Autor

En la figura 12 se muestra el valor de *Escherichia coli* por estaciones de muestreo en Bajamar y Pleamar, analizando las barras de la representación gráfica, se observa que la estación D en Pleamar posee la mayor cantidad *E. coli* con 12700UFC/100mL presente en sus aguas, luego le sigue la estación B en bajamar con 9800 UFC/100mL.

Dentro de los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas marinas y de estuarios, se establece 200 UFC/100mL como límites máximos permisibles para coliformes fecales el cual es equivalente a *Escherichia coli*. No cumpliendo ninguna estación con este parámetro ya que en bajamar como pleamar se sobrepasa el límite permitido. La presencia de esta bacteria es indicadora de contaminación fecal debido a descargas de aguas servidas que recibe el estero.

## 5 CONCLUSIONES

Se realizó los análisis de los parámetros de calidad fisicoquímicos y microbiológicos a las aguas de las estaciones escogidas en el estero Huaylá durante las condiciones de bajamar y pleamar.

Comparando los resultados de los análisis realizados con los criterios descritos en la “*Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua*”, se pudo concluir que solo cumplieron con los límites permisibles, la Temperatura, Turbidez, Conductividad Eléctrica, pH, Oxígeno Disuelto y Nitratos, en cambio, Materia Flotante de Origen Antrópico, Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales, Nitritos, DQO, Coliformes Totales y *Escherichia coli* no cumplieron en algunas de las estaciones de muestreo sobrepasando el límite permitido.

Los criterios relacionados como CE, SDT y Salinidad, no tienen mucha relevancia de estudio en aguas marinas donde su valor es alto debido a la gran cantidad de sales y minerales disueltos en el agua de mar.

De acuerdo a los criterios de calidad fisicoquímicos evaluados en las estaciones de muestreo del estero se puede notar que en bajamar su calidad se reduce, aumentando la concentración de sus contaminantes, a diferencia de Pleamar donde aumenta la calidad de sus aguas, debido al crecimiento de su nivel del agua, donde se diluyen los contaminantes y las condiciones de vida son más óptimas.

Por lo anteriormente dicho se puede decir que todos los criterios desfavorables tienen a aumentar en bajamar, siendo entonces marea baja la condición donde son mayores niveles de contaminación en el estero Huaylá.

El paso de gran cantidad embarcaciones a través de todo el estero durante marea alta viene a ser un beneficio, ya que la velocidad que ejercen los motores fuera de borda en sus hélices revuelven y oxigenan el agua aumentando el OD en ella. En cambio, durante la marea baja es muy difícil moverse por que se corre el riesgo de quedar varado, por ello no existe mucho movimiento de las aguas, además por su lenta renovación influye en la calidad.

Los parámetros de calidad del agua del estero Huaylá que más influencia presentan, son los de origen microbiológico como son los Coliformes totales y *Escherichia coli*, ya que en ambas condiciones de marea se ven grandes cantidades en todas las estaciones de muestreo del estero Huaylá.

## **6 RECOMENDACIONES**

Se recomienda necesario aplicar un sistema de monitoreo constante de la calidad del agua del estero en verano e invierno, para conocer más profundamente cuál es su situación y en base a esto ver si se presenta y ejecuta un plan de remediación del estero.

Se recomienda que pronto se habilite la planta de tratamiento de aguas servidas de Pto. Bolívar y así se mantenga, ya que el tratamiento de aguas residuales ayudara a disminuir la descarga de los contaminantes que son vertidos en el estero Huaylá y han venido causando contaminación ambiental, ello ayudara a la mejor conservación del medio acuático y disminuirá los riegos para la comunidad cercana al estero<sup>66</sup>.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

- (1) Rajendran, V.; Nirmaladevi D, S.; Srinivasan, B.; Rengaraj, C.; Mariyaselvam, S. Quality Assessment of Pollution Indicators in Marine Water at Critical Locations of the Gulf of Mannar Biosphere Reserve, Tuticorin. *Mar. Pollut. Bull.* **2018**, *126* (October 2017), 236–240. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.091>.
- (2) Trujillo-López, G. P. Caracterización Físico-Química y Bacteriológica Del Agua Marina En La Zona Litoral Costera de Huanchaco y Huanchaquito , Trujillo , Perú Physico-Chemical and Bacteriological Characterization of Seawater In. *REBIOL* **2015**, *35* (002), 23–33.
- (3) Maranhão, L. A.; Botelho, R. G.; Nogueira, L. de A.; Tornisiello, V. L. Avaliação Da Qualidade Da Água Do Ribeirão Samambaia (São Pedro, São Paulo, Brasil) Através de Parâmetros Físicos e Químicos, Índice de Estado Trófico e Teste de Toxicidade Com Daphnia Magna. *Eng. Sanit. e Ambient.* **2017**, *22* (1), 195–201. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017130372>.
- (4) Ministerio del Ambiente del Ecuador. Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua. *Norma Calid. Ambient. Y Descarga Efluentes Recur. Agua* **2014**, 1–37.
- (5) González, V. Evaluación De La Toxicidad De Los Sedimentos Marinos A Través Del Uso Del Nemátodo Caenorhabditis Elegans, Como Organismo Modelo En El Estero Huaylá, Parroquia Puerto Bolívar, Provincia De El Oro-Ecuador, 2017.
- (6) SENPLADES. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida.
- (7) Marín, A.; Gonzalez, V. H.; Lapo, B.; Molina, E.; Lemus, M. Niveles de Mercurio En Sedimentos de La Zona Costera de El Oro, Ecuador. *Gayana (Concepción)* **2016**, *80* (2), 147–153. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382016000200147>.
- (8) Tena, Estrella-del-mar. Hernández, A.-J. *Nuestro Medio Ambiente*; 2014.
- (9) Chile, M. de S. G. de. Sección Química Ambiental: Contaminación Ambiental. *Instituto de Salud Pública*. 2017, p 1.
- (10) Estrada Paneque, A.; Gallo González, M.; Nuñez Arroyo, E. Contaminación Ambiental, Su Influencia En El Ser Humano, En Especial: El Sistema Reproductor Femenino. *Rev. Univ. y Soc.* **2016**, *8* (3), 80–86.

- (11) Dimas, M. J. .; Garza, M. N. .; Treviño, D. B. . Índice de La Calidad Del Agua y Metales Pesados Del Cauce Aguas Blancas Del Municipio de Acapulco Guerrero , México Resumen Introducción. *Rev. Mex. Ciencias Agric.* **2015**, *1*, 113–118.
- (12) Daniels; Mike; Haggard; Brian; Sharpley; Andrew. What Is Water Quality ? *Agric. Nat. Sources* **2009**, 1–7.
- (13) Pérez, R. .; Riveiro, F. .; Jiménez–Noda, M. .; Manganiello, L.; Vega, C. .; Cova, R. .; Moreno, J. Evaluación de La Calidad Del Agua En Un Humedal de Agua Salada Del Caribe. *Revsta Ing. UC* **2017**, *24* (3), 417-.
- (14) Alicia Fernández Cirelli. El Agua: Un Recurso Escencial. *Red Rev. Científicas América Lat. y el Caribe, España* **2012**, *11* (3), 147–170.
- (15) Li, D.; Liu, S. *Water Quality Evaluation*; 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811330-1.00004-1>.
- (16) Pérez-Moreno, V.; Ramos-López, M. Á.; Zavala-Gómez, C. E.; Rodríguez, M. Á. R. Heavy Metals in Seawater along the Mexican Pacific Coast. *Interciencia* **2016**, *41* (6), 419–423.
- (17) Li, D.; Liu, S. Seawater Quality Detection. In *Water Quality Monitoring and Management*; Elsevier, 2019; pp 233–249. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811330-1.00009-0>.
- (18) Botello, A. La Contaminación Marina y La Urgencia de Su Legislación. *Omnia* **1991**, *23* (7), 1–15.
- (19) Rodriguez-Alvarez, M. S.; Moraña, L. B.; Salusso, M. M.; Seghezzi, L. Caracterización Espacial y Estacional Del Agua de Consumo Proveniente de Diversas Fuentes En Una Localidad Periurbana de Salta. *Rev. Argent. Microbiol.* **2017**, *49* (4), 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.006>.
- (20) Lecca, R.; Lizama, R. Caracterización de Las Aguas Residuales y La Demanda Bioquímica de Oxígeno. **2014**, *17*, 1–13.
- (21) Pino V, E. Caracterización Hidrogeológica Para Determinar El Deterioro de La Calidad Del Agua En El Acuífero La Yarada Media. *Rev. Investig. Altoandinas - Journal High Andean Res.* **2018**, *20* (4), 477–490. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.424>.
- (22) UPCT. Análisis De Aguas [https://www.upct.es/~minaeees/analisis\\_aguas.pdf](https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf).

- (23) OMS. Sólidos Disueltos Totales (SDT). Antecedentes de La Determinación Del Valor de Referencia. **2003**.
- (24) Castillo, V.; Guerra, G.; Broce, K. Establishing Baseline Parameters of Coastal Seawater Quality for the Evaluation of Possible Climate Change Effects at Punta Galeta, Playa Teta, Playa Hermosa y Playa La Marinera ; Establecimiento de Una Línea Base de Parámetros de Calidad de Agua Marina C. *RIDTEC* **2016**.
- (25) Basan, K. L.; Paniagua, K. C.; Valero, R. M. Estudio de La Teledetección y Caracterización Fisicoquímica Del Humedal “El Cascajo”, Santa Rosa, Chancay-Lima, Perú Study of the Teledetection and Physicochemical Characterization of the Wetland “El Cascajo”, Santa Rosa, Chancay- Lima, Peru. *INFINITUM...* **2017**, 7 (1), 52–58.
- (26) Mader, M.; Schmidt, C.; van Geldern, R.; Barth, J. A. C. Dissolved Oxygen in Water and Its Stable Isotope Effects: A Review. *Chem. Geol.* **2017**, 473, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2017.10.003>.
- (27) Víctor, Mora Arellano; Andreína, G. Parámetros Fisicoquímicos de Dureza Total En Calcio y Magnesio, PH, Conductividad y Temperatura Del Agua Potable Analizados En Conjunto Con Las Asociaciones Administradoras Del Acueducto, (ASADAS), de Cada Distrito de Grecia, Cantón de Alajuela, Noviembre. *Rev. Pensam. Actual* **2009**, 9 (12), 12–13.
- (28) Rojas-Higuera, P. J.; Pabón-Caicedo, J. D. Sobre El Calentamiento y La Acidificación Del Océano Mundial y Su Posible Expresión En El Medio Marino Costero Colombiano. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* **2015**, 39 (51), 201. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.135>.
- (29) Pérez-López, E. Control de Calidad En Aguas Para Consumo Humano En La Región Occidental de Costa Rica. *Rev. Tecnol. en Marcha* **2016**, 29 (3), 3. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>.
- (30) Fossati, M.; Santoro, P.; Mosquera, R.; Martínez, C.; Ghiardo, F.; Ezzatti, P.; Pedocchi, F.; Piedra-CuevaI, I. Dinámica de Flujo, Del Campo Salino y de Los Sedimentos Finos En El Río de La Plata. *RIBAGUA - Rev. Iberoam. del Agua* **2014**, 1 (1), 48–63. [https://doi.org/10.1016/S2386-3781\(15\)30007-4](https://doi.org/10.1016/S2386-3781(15)30007-4).
- (31) Megatendencias, S. Detectan Masivos Cambios En La Salinidad de Los Océanos. **2018**.



- (32) Jerónimo, G.; Gómez-Valdés, J. Promedios de Temperatura y Salinidad Sobre Una Superficie Isopícnica En La Capa Superior Del Océano Frente e Baja California. *Ciencias Mar.* **2006**, 32 (4), 663–671. <https://doi.org/10.7773/cm.v32i4.1164>.
- (33) Chojnacky, D. C.; Intermountain, R. S. *Southern Idaho's Forest Land Outside National Forests, 1991*; 1995.
- (34) Chile, M. de. Capítulo 8.3.2 Clasificación Por Origen Del Sedimento. *Mar de Chile*. 2008, pp 4–6.
- (35) Montes Gazabón, L. E.; Olivero Verbel. Remoción de La Turbidez Del Agua Del Río Magdalena Usando El Mucílago Del Nopal Opuntia Ficus-Indica. *Prod. más Limpia* **2013**, 8 (1), 19–27.
- (36) Antonella, I. F. K.; Francisco, V. M. J. Evaluacion Ambiental A Partir De Parámetros Físico - Químicos Y Microbiológicos De La Calidad De Agua De Mar En Playas De Chipipe, Canton Salinas Provincia De Santa Elena, 2017, Vol. 91.
- (37) Gutiérrez, J. M.; Luna del Barco, A.; Parrado, J. M.; Sánchez, E.; Fernández-Palacios, A.; Ojeda, J. Variaciones de Turbidez de Las Aguas de La Bahía de Cádiz Determinadas a Partir Del Análisis de Imágenes Landsat TM. *Geogaceta* **2000**, 27, 79–82.
- (38) Cespedes, A. Nitritos y Nitratos. *Univ. del Tolima* **2016**.
- (39) María Patricia, C.; Nancy, R.; Elisabeth, B.; Gilberto, C.; Julio César, M. L.; Ismenia, A. Diversidad Microbiológica Del Lodo Anaerobio Durante El Tratamiento de Aguas de Producción Petroleras Venezolanas. *Ing. Investig. y Tecnol.* **2013**, 14 (3), 325–334. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72247-9](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72247-9).
- (40) Farfán, D. F. B.; Calli, R. P. P.; Terrazas, E. G. M.; Peralta, C. G.; Montesinos-Tubée, D. B. Calidad de Agua de La Bahía Interior de Puno, Lago Titicaca Durante El Verano Del 2011. *Rev. Peru. Biol.* **2015**, 22 (3), 335–340. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>.
- (41) Baracoa, D. P.; Arnaud, E. P.; Francisco, J.; Estévez, M.; Miravet, M. E.; Lavandera, D. E.; Gómez, L. S. C.; Ramírez, O. Calidad Ambiental y Capacidad de Autodepuración de La Laguna Costera El. *Ser. Ocean.* **2010**, 2010 (7).
- (42) Solana-Sansores, R. Floating Objects of the Eastern Pacific: Types, Spatial Distribution and Temporal Changes. *Ciencias Mar.* **2001**, 27 (3), 423–443.

- (43) Brambilla, A.; Carnecky, R.; Peikert, R.; Viola, I.; Hauser, H. Illustrative Flow Visualization : State of the Art , Trends and Challenges. In *Eurographics 2012 - State of the Art Reports*; 2012; Vol. 13, pp 75–94. <https://doi.org/10.2312/conf/EG2012/stars/075-094>.
- (44) Guevara, P.; Estrella, B. Análisis de Hidrocarburos de Petróleo En Agua Mediante Cromatografía de Gases. *Scielo* **2016**, 15.
- (45) Soler T, W.; Durango, H.; Soler A, J. P. Control Microbiano de Agua de Mar Mediante Microfiltración. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* **2010**, 28 (2), 141–148.
- (46) Fernández-Santisteban, M. T. Determinación de Coliformes Totales y Fecales En Aguas de Uso Tecnológico Para Las Centrífugas. *ICIDCA. Sobre los Deriv. la Caña Azúcar* **2017**, 51 (2), 70–73.
- (47) Organización Mundial de la Salud (OMS). Escherichi Coli. 2018.
- (48) WHO. WHO Seminar Pack for Drinking-Water Quality: Water and Public Health. p 19.
- (49) Gómez, J. Analisis De Concentraciones De Escherichia Coli Y Enterococos Fecales En La Ciudad De Santa Marta. *Boletín Semillas Ambient.* **2018**, 12 (2), 48–56.
- (50) Rodríguez, J.; Alvarado, D. Propuesta de Un Plan de Manejo Ambiental, En Base a La Presencia de Metales Pesados En El Estero Huaylá, Pto. Bolívar, 2015.
- (51) Inen. Aguas. Muestreo Para Examen Microbiologico. **1984**, 0970.
- (52) Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Técnicas De Muestreo. **1998**, 1899, 1–9.
- (53) Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Manejo Y Conservación De Muestras. **1998**, 1899, 1–9.
- (54) Jara Valle, P. Calidad Del Agua De Mar Del Estero Huaylà Y Sus Efectos En El Crecimiento Y Supervivencia De Larvas De *Litopenaeus Vannamei*”, Universidad Técnica De Machala, 2015.
- (55) Instruments, H. Instruction Manual. Chemical Oxygen Demand [https://hannainst.ec/wp-content/descargas/manuales/ingles/Man\\_ing\\_HI93754A.pdf](https://hannainst.ec/wp-content/descargas/manuales/ingles/Man_ing_HI93754A.pdf).
- (56) Company, H. Portable Multiparameter Meter Manual. **2001**, No. 54650.

- (57) BANTE INSTRUMENTS CO., L. Bante821 Portable Dissolved Oxygen Meter. Instruction Manual [http://www.bante-china.com/upfile/EN-Bante821 Portable Dissolved Oxygen Meter.pdf](http://www.bante-china.com/upfile/EN-Bante821%20Portable%20Dissolved%20Oxygen%20Meter.pdf).
- (58) Hach. 2100Q and 2100Qis Basic User Manual. 2013.
- (59) Hach Company. Nitrate Cadmium Reduction Method. Method 8039 <https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639983736>.
- (60) Company, H. C. HACH 8507: Nitrogen Nitrite--Low Range, Diazotization Method for Water and Wastewater. **2007**, 552.
- (61) BBL™, D. & Lactose Broth [https://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/Difco\\_BBL/241000.pdf](https://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/Difco_BBL/241000.pdf).
- (62) INEN. NTE INEN 1529-2 (1999) (Spanish): Control Microbiológico de Los Alimentos. Toma, Envío y Preparación de Muestras Para El Análisis Microbiológico. **1999**, 2.
- (63) INEN. Control Microbiológico de Los Alimentos. Determinación de Microorganismos Coliformes Por La Técnica Del Número Más Probable. *Nte Inen 152962009* **2009**, 6, 11.
- (64) BBL™, D. & Eosin Methylene Blue Agar <http://www.microbelibrary.org/library/laboratory-test/2871-eosinmethylene-blue>.
- (65) INEN. NTE INEN 1529-7: Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias <https://ia801602.us.archive.org/8/items/ec.nte.1529.7.1990/ec.nte.1529.7.1990.pdf>.
- (66) Alcaldía de Machala. En Puerto Bolívar: Alcalde Falquez Firma Hoy Contrato Para Construcción De Planta De Tratamiento De Aguas Residuales. 2018.

## ANEXOS

### Anexo1: ESTACIONES AMBIENTALES TOMA MUESTRE

#### Ilustración 1 Reporte de mareas para la realización de primera toma de muestra (baja mar)

Lunes, 20 de agosto de 2018

PUERTO BOLÍVAR					
19/08/2018 Domingo		20/08/2018 Lunes		21/08/2018 Martes	
Hora hh:mm	Altura Metros	Hora hh:mm	Altura Metros	Hora hh:mm	Altura Metros
04:26	0.92 B	05:38	1.05 B	00:53	2.34 P
10:54	2.48 P	11:59	2.36 P	06:55	1.08 B
17:06	0.80 B	18:13	0.85 B	13:09	2.34 P
23:39	2.37 P	--	--	19:20	0.82 B

FUENTE: INOCAR

#### Ilustración 2 Reporte de mareas para la realización de segunda toma muestra (pleamar)

Lunes, 08 de octubre de 2018

PUERTO BOLÍVAR					
07/10/2018 Domingo		08/10/2018 Lunes		09/10/2018 Martes	
Hora hh:mm	Altura Metros	Hora hh:mm	Altura Metros	Hora hh:mm	Altura Metros
03:06	2.98 P	03:57	3.13 P	04:43	3.22 P
09:05	0.32 B	09:52	0.14 B	10:35	0.01 B
15:27	2.93 P	16:18	3.07 P	17:04	3.14 P
21:20	0.22 B	22:07	0.11 B	22:51	0.07 B

FUENTE: INOCAR

## Anexo 2 TRASLADO A LAS ESTACIONES DE MUESTREO POR EL ESTERO

### Ilustración 3 Movilización por el estero Huaylá



Elaborado: Autor,2018

## Anexo 3 TOMA DE MUESTRA

### Ilustración 4 Toma de muestras de estero Huaylá



Homogenización del  
envase



Toma de muestra



Cierre del envase con  
muestra

Elaborado: Autor,2018

*Ilustración 5 Medición de Oxígeno Disuelto y Temperatura in situ*



**Elaborado:** Autor,2018

**Anexo 3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**Ilustración 6 Coliformes Totales Método NMP**



Agregando muestra en los tubos de ensayo con Caldo Lactosado



Resultados positivos de NMP

**Elaborado:** Autor,2018

**Ilustración 7 Escherichia Coli. Método por fundición**



Fundición de agar y muestra



Resultados positivos de E. coli.

**Elaborado:** Autor,2018

**Anexo 4 ANALISIS FISICO- QUIMICO**

**Ilustración 8 Valoración de DQO**



Preparación de viales de DQO



Digestión y lectura de viales

**Elaborado:** Autor,2018

### Ilustración 9 Medición de pH



Medidor multiparamétrico



Analización de pH

Elaborado: Autor,2018

### Ilustración 10 Medición de Turbidez



Llenado de cubeta con muestra



Lectura de la muestra

Elaborado: Autor,2018



### Ilustración 11 Medición de Nitritos



Mezcla del Reactivo con muestra



Resultado Positivo- Nitritos

**Elaborado:** Autor,2018

## Anexo 6 MATERIAL FLOTANTE DE ORIGEN ANTRÓPICO

### Ilustración 12 Material Flotante



**Elaborado:** Autor,2018

## **Anexo 7 DESECHOS PLÁSTICO EN EL MANGLAR**

### **Ilustración 13 Desechos plásticos**



**Elaborado:** Autor,2018

## **Anexo 7 HIDROCARBUROS AROMATICOS DE PETROLEO (VISIBLE)**

### **Ilustración 14 Película de Hidrocarburos**



**Elaborado:** Autor,2018

## Anexo 8 BARCOS PESQUEROS EN DESUSO

**Ilustración 15 Barcos pesqueros a orillas del manglar**



**Elaborado:** Autor,2018

**Ilustración 16 Barcos pesqueros cerca de muelles del estero**



**Elaborado:** Autor,2018

**Ilustración 17 Bote de hierro a orillas del mangle**



**Elaborado:** Autor,2018