



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DEL INDICE UNIVERSAL DE CALIDAD DEL AGUA EN EL
AREA DE INFLUENCIA DE CAPTACIÓN PARA LA POTABILIZACIÓN DE LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Ambiental

AUTOR: BRITNEY MADELYNE CRUZ CASTILLO

AUTOR: BYRON ABDIEL DEL POZO FUERTE

TUTOR: ING. VIRGILIO ORDOÑEZ RAMIREZ

Guayaquil-Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, **BRITNEY MADELYNE CRUZ CASTILLO** con documento de identificación N° **0931686935** y **BYRON ABDIEL DEL POZO FUERTE** con documento de identificación N° **0705254837**; manifestamos que:

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

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



**Britney Madelyne Cruz
Castillo**

C. C. No. 0931686935



Byron Abdiel Del Pozo Fuerte

C. C. No. 0705254837

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

Nosotros, **BRITNEY MADELYNE CRUZ CASTILLO** con documento de identificación No. **0931686935** y **BYRON ABDIEL DEL POZO FUERTE** con documento de identificación No. **0705254837**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE UNIVERSAL DE CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE CAPTACIÓN PARA LA POTABILIZACIÓN DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO/A AMBIENTAL**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



Britney Madelyne Cruz Castillo

0931686935



Byron Abdiel Del Pozo Fuerte

0705254837

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **VIRGILIO ALONSO ORDOÑEZ RAMIREZ** con documento de identificación N° **0909780850** docente de la **UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DETERMINACION DEL INDICE UNIVERSAL DE CALIDAD DEL AGUA EN EL AREA DE INFLUENCIA DE CAPTACION PARA LA POTABILIZACION DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**, realizado por **BRITNEY MADELYNE CRUZ CASTILLO** con documento de identificación N° **0931686935** y por **BYRON ABDIEL DEL POZO FUERTE** con documento de identificación N° **0705254837**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **TRABAJO EXPERIMENTAL** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez
0909780850

DEDICATORIA

Quiero dedicarles esta tesis a mis padres, que con esfuerzo y amor me han sacado adelante, por su apoyo y comprensión en momentos de estrés y malos ratos.

Agradecerles por todo lo bueno que me han brindado y hacerles saber que cada esfuerzo por parte de ellos ha sido recibido, nunca me cansare de decírselos.

Ellos son el pilar fundamental de todos y cada uno de mis logros, fracasos, tristezas y alegrías y que cada cosa que logre superar va a ser dedicado a ellos.

También quisiera dedicárselo y agradecerle a Robert Osorio, es un pilar importante en mi vida, agradecerle sus enseñanzas y por soportar mis momentos de estrés y malos ratos.

Britney Madelyne Cruz Castillo

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado:

A mi Madre Yamil Elizabeth Fuerte, mi Padre Cesar Del Pozo Farinango quienes han iluminado cada paso de mi camino con su amor incondicional y su apoyo inquebrantable. Su dedicación y cariño son mi mayor inspiración, ustedes son mis pilares fundamentales que me han enseñado desde pequeño los valores como el respeto, responsabilidad y honestidad.

Mi Hermana y Abuelos

Byron Abdiel Del Pozo Fuertes

AGRADECIMIENTO

Quiero darle las gracias a Dios por darme salud y vida hasta el día de hoy, este trabajo a mis padres que han sido mi principal motivación durante todos mis años de estudio, a mi mamá Yasmil Fuerte por darme su amor puro y sincero, a mi papa Cesar Del Pozo por ser mi mayor ejemplo, al primer amor de mi vida, mi hermana Abigail del Pozo por su amor incondicional y siempre estar para mi en mis momentos más difíciles, a mis abuelos Carlos Del Pozo y Martha Farinango por sus consejos de vida para ser un joven de bien para la sociedad.

Quiero darle las gracias a mi amiga Nicol Jimenez por haber sido la calidad de persona que fue durante todo el periodo universitario, por apoyarme en mi tesis y darme ánimos cuando ya me estaba dando por vencido.

Byron Abdiel Del Pozo Fuertes

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de tipo experimental se desarrolló en el área de influencia del río Daule con la finalidad de evaluar la calidad del agua del río Daule para ser potabilizada mediante la aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA), este se define como el grado de contaminación existente en el agua expresado con un porcentaje de agua pura por ende el agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a 0% y de 100% para el agua en excelentes condiciones, para verificar si los parámetros cumplen con la normativa ambiental. Siendo una investigación experimental, se seleccionó el área de influencia directa e indirecta mediante el reconocimiento del área de impacto para lograr establecer los puntos de monitoreo. Aquí se utilizaron diversos tipos de instrumentos tanto para la recolección de muestra como los equipos para su evaluación. Se aplicaron técnicas de recolección de muestras de agua en diferentes puntos de captación. La técnica mediante la cual se recolectarán los datos será a través de monitoreos de campo en el efluente de agua dulce y evaluaciones experimentales químicas, biológicas. Se procedieron a evaluar 7 parámetros, los resultados obtenidos presentan faltas y cumplimientos respecto a la normativa ambiental. Se presenta en diferentes tablas los valores obtenidos junto a su límite máximo permisible, y de esta manera analizar los parámetros químicos y de presión para verificar si son aptas para potabilización.

Esta investigación experimental despertó el interés de determinar cuál es el índice de calidad de agua del río Daule, ya que forma parte de una fuente de agua dulce importante de donde se capta el agua para ser usada en la potabilización que consumimos los ciudadanos de la ciudad de Guayaquil. El agua del río Daule es utilizada para generar energía hidroeléctrica, para riego, en todo su recorrido, para agua potable, navegación, para cultivos agrícolas y pecuarios, y es devuelta al río como parte del alcantarillado de las ciudades, pesticidas, de ganaderos y por contaminación de aguas estuarinas, independientemente de la gran erosión y sedimentos que llegan al río, es uno de los ríos más importantes de Ecuador y es utilizado para el consumo humano, la agricultura y la pesca. Por lo tanto, es importante que el agua sea segura y esté libre de contaminantes.

Palabras Claves: ICA, experimental, monitoreo, parámetros, efluente.

ABSTRACT

The present experimental research work was developed in the area of influence of the Daule River in order to evaluate the water quality of the Daule River to be made drinkable by applying the Water Quality Index (ICA), this is defined as the degree of pollution existing in the water expressed with a percentage of pure water therefore the highly contaminated water will have an AHF close to or equal to 0% and 100% for the water in excellent condition, to verify whether the parameters comply with environmental regulations.

Being an experimental research, the area of direct and indirect influence was selected by recognizing the area of impact to establish monitoring points. Here various types of instruments were used for both sample collection and equipment for evaluation.

Water sampling techniques were applied at different collection points. The technique by which the data will be collected will be through field monitoring in freshwater effluent and experimental chemical and biological evaluations. Seven parameters were evaluated, and the results showed shortcomings and compliance with environmental regulations. The values obtained together with their maximum permissible limit are presented in different tables, and in this way the chemical and pressure parameters are analyzed to verify their suitability for drinking. This experimental research aroused interest in determining the water quality index of the Daule River, since it is part of an important source of fresh water from which the water is collected to be used in the drinking water we consume the citizens of the city of Guayaquil.

The water of the Daule River is used to generate hydroelectric power, for irrigation, throughout its route, for drinking water, navigation, for agricultural and livestock crops, and is returned to the river as part of the sewerage of the cities, It is one of the most important rivers in Ecuador and is used for human consumption, agriculture and fishing. It is therefore important that the water is safe and free of contaminants.

Keywords: ICA, experimental, monitoring, parameters, effluent.

TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	2
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	3
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	4
DEDICATORIA.....	5
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN.....	8
Palabras Claves: ICA, experimental, monitoreo, parámetros, efluente.....	8
ABSTRACT.....	9
Keywords: ICA, experimental, monitoring, parameters, effluent.....	9
TABLA DE CONTENIDO.....	10
CAPITULO 1	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Problema de estudio	16
1.2. IMPORTANCIA Y ALCANCE	17
1.3. DELIMITACIÓN.....	18
1.4. OBJETIVOS.....	19
Objetivo General	19
Objetivo Especifico	19
1.5. HIPOTESIS.....	19
Hipótesis General	19
CAPITULO II	20
2. FUNDAMENTO TEORICO.....	20
2.1. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1.1. Río	20
2.1.2. Río Daule.....	20
2.1.3. Ecosistema de los ríos	20

2.1.4.	Contaminación del agua	20
2.1.5.	Calidad del Agua	21
2.1.6.	Importancia de la Calidad del Agua	22
2.1.7.	Monitoreo de la Calidad de Agua	22
2.2.	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN LA TOMA DE CAPTACIÓN DEL RIO DAULE	23
2.2.1.	Parámetros físicos	23
2.2.1.1.	Temperatura	23
2.2.1.2.	Potencial de Hidrogeno (pH)	23
2.2.1.3.	Conductividad Eléctrica	23
2.2.1.4.	Solidos Suspendidos Totales	23
2.2.2.	Parámetros Químicos	24
2.2.2.1.	Nitrógeno	24
2.2.2.2.	Fosforo	24
2.2.2.3.	Oxígeno Disuelto (OD)	24
2.3.	MARCO LEGAL	25
	Acuerdo Ministerial 061	26
	En la ley orgánica de recursos hídricos uso y aprovechamiento de agua establece:	26
	Acuerdo 097-A - Reforma Texto Unificado de Ley Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) - Anexo I del Libro VI: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.	28
	CAPITULO III	29
3.	MATERIALES Y METODOS	29
3.1.	Tipo de investigación	29
3.2.	Método de Investigación	29
3.2.1.	Identificación de área de trabajo:	29
3.2.2.	Monitoreo y muestreo Ambiental:	29
3.2.3.	Evaluación de las pruebas:	29
3.2.4.	Interpretación:	29
3.3.	Área de Estudio	29

3.4.	Estaciones de muestreo	30
3.4.1.	Potencial del Hidrogeno	30
3.4.2.	Conductividad Eléctrica	31
3.4.3.	Temperatura.....	31
3.4.4.	Oxígeno Disuelto.....	31
3.4.5.	Solidos Suspendidos.....	32
3.4.6.	Demanda Química de Oxigeno	32
3.4.7.	Nitrógeno.....	33
3.4.8.	Fosforo	33
3.5.	Determinación del Indicador Universal de Calidad de Agua.....	33
CAPITULO IV		35
4.	RESULTADOS	35
4.1.	Estaciones de muestreo	35
	Resultado de los Indicadores de Calidad.....	34.
	PRIMER MUESTREO	36
	SEGUNDO MUESTREO	37
	TERCER SEMESTRE	39
	CUARTO MUESTREO	41
	QUINTO MUESTREO	43
CAPITULO V		44
	RECOMENDACIONES	45.
	CONCLUSIONES	46

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Coordenadas Rio Daule.....	18
Tabla 2 Artículos de la Constitución de la República del Ecuador.....	25
Tabla 3 Artículos del Acuerdo Ministerial 061.....	26
Tabla 4 Artículos de la ley orgánica de recursos hídricos uso y aprovechamiento de agua.....	26
Tabla 5 Artículos del Acuerdo Ministerial 097A.....	28
Tabla 6 Ejemplo para coordenadas.....	30
Tabla 7 Coordenadas de puntos de monitoreo.....	35
Tabla 8 Tabla para resultados de los Indicadores de Calidad.....	36.
Tabla 9 Datos del primer muestreo.....	36
Tabla 10 Datos del primer muestreo.....	36
Tabla 11 Valores del primer muestreo.....	37
Tabla 12 Valores de la normalidad del primer muestreo.....	37
Tabla 13 Valores del segundo muestreo.....	37
Tabla 14 Valores del segundo muestreo.....	38
Tabla 15 Valores.....	39
Tabla 16 Valores de la normalidad del segundo muestreo.....	39
Tabla 17 Valores del tercer muestreo.....	39
Tabla 18 Valores del tercer muestreo.....	40
Tabla 19 Valores máximos y mínimo del tercer muestreo.....	40
Tabla 20 Valores de la normalidad del tercer muestreo.....	41
Tabla 21 Valores del Cuarto muestreo.....	41
Tabla 22 Valores del cuarto muestreo.....	42
Tabla 23 Valores máximo y mínimo del cuarto muestreo.....	42
Tabla 24 Valores de la normalidad del Cuarto muestreo.....	42
Tabla 25 Valores del quinto muestreo.....	43
Tabla 26 Valores del quinto muestreo.....	43
Tabla 27 Valores Máximo y mínimo del quinto muestreo.....	44
Tabla 28 Valores de la normalidad del Quinto muestreo.....	44

TABLA DE FIGURAS

Figuras 2 Coordenadas de muestreo en el Rio Daule.....	18
---	----

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La crisis medioambiental constituye uno de los desafíos más significativos a escala global para humanidad, y en el contexto de Ecuador, esta preocupación no difiere, especialmente cuando se carece de suficiente información acerca de la degradación de nuestro entorno.

“Más del 70 % de la superficie terrestre está compuesto por agua, que es uno de los recursos naturales más valorados por la humanidad debido a su papel fundamental en el sustento de la vida vegetal, animal y humana. Un 97,5 % del agua se encuentra en los océanos, mientras que el 2,5 % restante es agua dulce. De esta fracción de agua dulce, alrededor del 80 % se encuentra en forma de nieve, glaciares y casquetes polares, aproximadamente un 19 % se halla en el subsuelo, y solo un 1 % está disponible en la superficie para un acceso rápido. Con relación al total de agua superficial, un 52 % se localiza en lagos, un 38 % en humedales, y tan solo un 10 % en ríos”. (Gordillo, 2023)

Al analizar los datos, se evidencia que el suministro de agua dulce, aunque renovable, está severamente limitado, especialmente cuando se considera el acceso directo desde los ríos (que representa solamente el 10 % del agua dulce disponible). Esta problemática se agrava aún más cuando los ríos sufren contaminación, lo cual no solo reduce la cantidad de agua disponible, sino también su calidad, crucial para el consumo humano.

El río Daule forma parte del sistema fluvial de la provincia del Guayas y desempeña un papel de gran relevancia en la producción agrícola y en el abastecimiento de agua potable para los residentes de la ciudad de Guayaquil. A pesar de su importancia, a lo largo del tiempo, ha estado expuesto a diversos impactos ambientales constantes.

El Río Daule constituye uno de los ríos principales en la nación. Su fuente se encuentra en la presa Daule-Peripa, y su recorrido culmina al unirse con el Babahoyo para formar el río Guayas, el cual adquiere un valor crucial para Guayaquil al facilitar la navegación de barcos hacia los distintos puertos de la zona. Este río suministra el agua que se somete a procesos de potabilización para el consumo de los habitantes, además de abastecer a las plantas embotelladoras que comercializan agua tratada en envases. “A lo largo de la historia, las personas han emigrado constantemente hacia nuevas regiones, en ocasiones utilizando vías no terrestres”. (Gustas y Supernant, 2019). El Río Daule ha desempeñado un papel fundamental en el progreso del país, ya que ciertas áreas a lo largo de sus orillas están destinadas a la residencia de la población local y al cultivo por parte de los agricultores de la zona.

Este estudio se plantea diversos objetivos, incluyendo la evaluación de la calidad del agua a través de la aplicación de los parámetros del Indicador Universal, con el fin de verificar si cumple con los estándares establecidos en las regulaciones medioambientales.

(Bu, (2019)) Se reconoce que la actividad humana tiene un impacto significativo en la gran mayoría de los ríos del mundo, impulsado por el aumento de la población, la expansión agrícola y el desarrollo industrial. Como resultado, la contaminación de los ríos se ha convertido en un problema serio que plantea riesgos para la salud humana y el entorno ambiental. A medida que pasa el tiempo, la cantidad de población que reside cerca de los ríos ha aumentado, lo que a su vez ha incrementado la cantidad de desechos generados. Los efluentes provenientes del alcantarillado urbano y las actividades industriales se descargan directamente en los ríos, causando un impacto significativo en la flora y fauna acuática de estos ecosistemas..

Se estima que un 99,8 % de los ríos a nivel global experimentan diversos efectos ambientales provocados por la actividad humana, resultado del acelerado aumento demográfico y del progreso en los sectores agrícola e industrial. (Ahumada, 2011) La polución de los ríos y océanos constituye una grave preocupación a nivel global, presente tanto en naciones industrializadas como en aquellas en desarrollo. (Pandey, 2019). Tiene repercusiones en la salud humana, ya que, si no se abordan de manera oportuna las distintas fuentes de contaminación, podrían surgir brotes epidémicos difíciles de gestionar, además de restringir el acceso a agua potable para la población. De igual manera, impactaría negativamente en el entorno natural al involucrar al ecosistema acuático.

PROBLEMA DE ESTUDIO

Los ríos de Ecuador muestran una extensa presencia de contaminación en sus aguas y se estima que más del 70% de las cuencas hidrográficas situadas por debajo de los 2800 metros sobre el nivel del mar están contaminadas con microorganismos perjudiciales. Estos microorganismos surgen a raíz del vertido de agua de agua residuales industriales que carecen de cualquier forma de tratamiento de purificación. El abastecimiento de agua potable para la ciudad de Guayaquil proviene del río Daule cuya captación se ubica en un lugar conocido como Puente Lucia. En consecuencia, la calidad del agua, tanto para el uso doméstico como industrial en Guayaquil, se encuentra directamente vinculada a la calidad del río Daule

La preservación del río Daule resulta crucial para la provincia y el país en general, ya que este recurso desempeña un papel fundamental en la agricultura de provincias como Guayas, Manabí y Santa Elena, especialmente el sector arrocerero del cantón Daule, uno de los más grandes del país, depende en gran medida de este recurso, aunque la construcción de la represa Daule- Peripa ha proporcionado un volumen considerable de agua, alrededor de 6000 millones de metros cúbicos,

esto no garantiza un suministro constante de agua represada si no se implementan medidas de control para asegurar su calidad.

Las actividades humanas generan una cantidad considerable de desechos líquidos y sólidos, los cuales impactan directa o indirectamente en los suelos y las aguas ya sean superficiales o subterráneas, la forma en que estos residuos se descargan en el entorno puede dar lugar a una contaminación específica o difusa, la contaminación puntual en los ríos de Ecuador, incluyendo el río Daule se origina en los centros urbanos en sus orillas donde se vierten aguas residuales urbanas sin tratamiento y de algunas industrias ubicadas en áreas ribereñas de Guayaquil, la contaminación difusa, por otro lado se vincula principalmente a la agricultura, en este sentido la agricultura es una actividad de alto impacto en el río Daule debido al uso intensivo de agroquímicos.

El aumento rápido de la población y la creciente demanda de recurso hídricos contribuyen a la contaminación del agua y en consecuencia a la pérdida de vida acuática en los ríos, la calidad del agua en el río es dinámica y cambia de forma constante en función de las descargas diarias, en este contexto esta investigación experimental busca definir la calidad del agua en el área de influencia de captación para el proceso de potabilización en la ciudad de Guayaquil durante el periodo de mayo a agosto de este año.

1.1.IMPORTANCIA Y ALCANCE

La importancia de la Determinación del Índice Universal de Calidad del Agua en el Área de Influencia de Captación para la Potabilización de la Ciudad de Guayaquil es para poder determinar cuál es el índice de calidad del agua del río Daule, fuente de agua dulce importante de donde se capta el agua para ser usada en la potabilización que consumimos los ciudadanos de la ciudad de Guayaquil y poder establecer si se cumple con lo establecido en la normativa ambiental vigente.

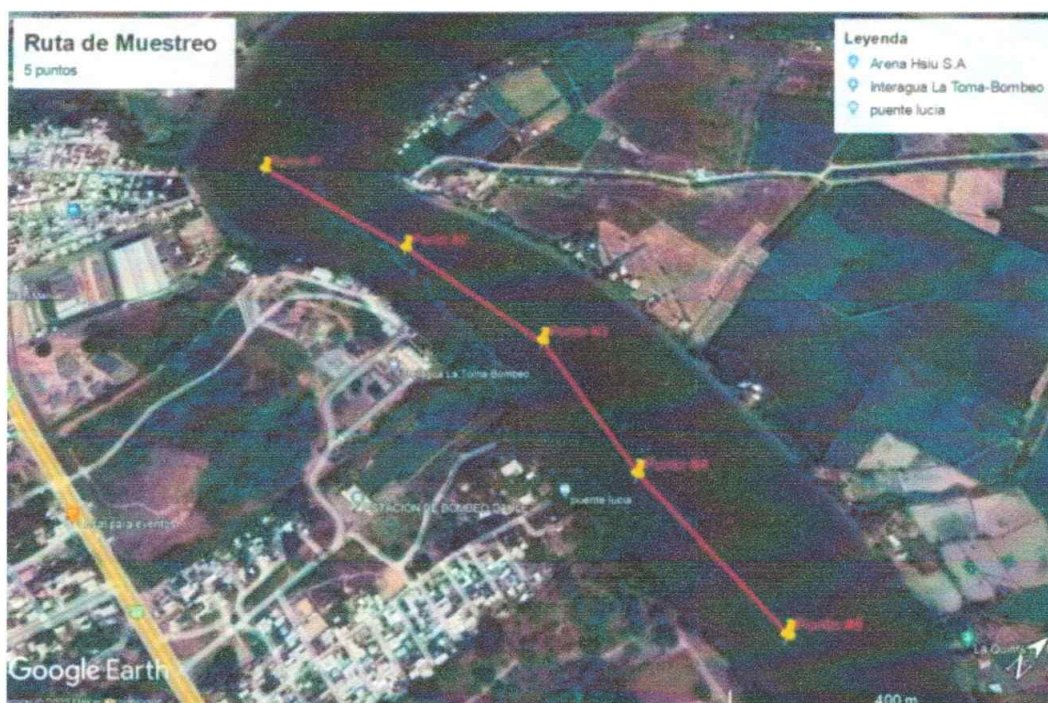
El alcance de este proyecto está limitado a la Determinación del Índice Universal de Calidad del Agua en el Área de Influencia de Captación, ubicado en la Ciudad de Guayaquil Km. 26. Según el estudio nos permitirá demostrar si el Río Daule presenta aguas contaminadas. Teniendo en cuenta que es de suma importancia que las aguas del Río Daule cumplan con los parámetros permisibles se encuentren al margen de la ley, es decir, según el Acuerdo ministerial 097 A.

De este modo los beneficiarios resultaran ser las comunidades aledañas al Río Daule, y la ciudad de guayaquil a la que corresponde gran parte del afluente para diversos tipos de actividades.

1.2.DELIMITACIÓN

El proyecto de titulación se limita a la Determinación del Índice Universal de Calidad del Agua en el Área de Influencia de Captación para la Potabilización de la Ciudad de Guayaquil en un lapso de 3 meses, a partir de que el consejo de carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil Campus María auxiliadora apruebe el anteproyecto técnico.

Figuras 1 Coordenadas de muestreo en el Rio Daule



Fuente: Imagen satelital de Google Earth

Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 1 Coordenadas Rio Daule

Coordenadas	
X	Y
613718.00	9780818.50
613291.35	9780885.39
613538.00	9780940.00
613783.00	9780942.00
614080.00	9780916.00

Fuente: Elaborado por autores 2023

1.3.OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la calidad del agua del río Daule en el área de influencia de la zona de captación del agua para mediante de la aplicación del Indicador Universal, se logrará verificar si los parámetros cumplen con la normativa ambiental.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Seleccionar el área de influencia directa e indirecta mediante el reconocimiento del área de impacto para establecer los puntos de monitoreo.
- Determinar la calidad del agua mediante la ejecución de los parámetros del Indicador Universal para verificar si cumplen con los parámetros establecidos en la normativa ambiental.
- Analizar los resultados obtenidos de los parámetros químicos y de presión para verificar si son aptas para la potabilización.

1.4.HIPOTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

- ¿La evaluación de la calidad del agua del Rio Daule en el área de influencia de la zona de captación del agua permitirá verificar si los parámetros cumplen con la normativa ambiental?
- ¿La selección del área de influencia directa e indirecta permitirá establecer los puntos de monitoreo?
- ¿La determinación de la calidad permitirá verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Normativa Ambiental?
- ¿Sera que la realización del análisis de los resultados obtenidos permitirá verificar si son aptos para la potabilización?

CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEORICO

2.1.MARCO TEÓRICO

2.1.1. RIO

Es un sistema en constante movimiento de circulación de agua y partículas sedimentarias que controla las actividades biológicas del planeta. Estos cauces en actividad son indispensables para mantener el equilibrio de la vida en el entorno natural y cumplen un papel esencial. (Bateman, 2007)

2.1.2. RIO DAULE

El Ecuador alberga el sistema fluvial más destacado originado al sur de la Presa Daule- Peripa, esta represa abastece de agua a regiones agrícolas clave en la costa, especialmente en la provincia de Manabí, más adelante este sistema irriga vastas extensiones de tierras agrícolas en la provincia de Guayas, finalmente se fusiona con el río Babahoyo para dar lugar al río Guayas, el cual, tras un breve trayecto, desemboca en el golfe de Guayaquil.

2.1.3. ECOSISTEMA DE LOS RÍOS

Los ecosistemas de los ríos presentan una complejidad notable, incluyen una variedad de componentes singulares, sobre todo en relación con la organización física en el plano horizontal, las variaciones en las características geológicas y el clima desempeñan un papel crucial en la explicación de las disparidades entre ríos ubicados en diversas latitudes y biomas.

La densidad y el tipo de vegetación, el proceso de meteorización y la evolución de los suelos, la inclinación de la cunca y el caudal en movimiento son indicadores descriptivos de la cuenca que están influenciados por la geología y el clima.(Elosegui, 2009)

2.1.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Con el pasar del tiempo la contaminación en el agua va en aumento y cada vez más afecta a más cuerpos de agua como ríos, lagos, océanos, esteros, acuíferos, etc.; con el incremento descontrolado de las actividades antropogénicas desata una cadena de efectos negativos en las especies que habitan en estas masas hidrográficas afectando también al ser humano. También se considera como contaminación a cualquier cambio o alteración de materia o elemento que se encuentra en el agua, alterando las características naturales y propias del ecosistema afectado. Ya

sea de manera puntual o difusa por una o distintas fuentes. (Guaygua Alaña Katiuska Michell, 2019)

La contaminación en el agua puede darse de manera antropogénica como también de forma natural, como: las erupciones de los volcanes que modifican las características del lugar al igual que otro tipo de contaminación (Guaygua, 2019).

Cualquier modificación en las cualidades físicas, químicas o biológicas, en niveles que la vuelven inadecuada para el propósito previsto, o que genere consecuencias negativas para el ecosistema acuático, la salud humana o el entorno en su conjunto. (Ambiente, 2015).

2.1.5. CALIDAD DEL AGUA

El termino de Calidad de agua es conocido por la composición física, química, y biológica del agua correspondiente al uso destinado para salud de los ecosistemas, consumo y estabilidad de la humanidad (Proaño Pinargote, 2019).

Los cuerpos de agua se los puede caracterizar realizando análisis a tres componentes: en su hidrología tienen características fisicoquímicas y la parte biológica, para el análisis de calidad de agua es necesario monitorear los tres componentes (Sierra Ramirez , 2021).

El agua es un recurso natural que en adecuadas condiciones para los ecosistemas y las actividades humanas con el pasar del tiempo es más escasa. A esta escasez se agrega que el ser humano ha obtenido la capacidad de modificar de una manera muy significativa el ciclo hidrológico, por lo que el recurso puede disminuir, de forma importante para el ser humano. La calidad en los cuerpos de agua superficiales y subterráneas depende de las características naturales de la cuenca, así como de las actividades antrópicas que influyen en la misma. Para poder determinar en qué situación se encuentra las masas de agua y como podría evolucionar a futuro, consiste en tener conocimiento sobre el ciclo hidrológico en su etapa terrestre y como las actividades que el humano genera cerca le afectan (Pérez Martín , 2023).

La calidad de agua natural siempre será más estricta para ser catalogada como contaminada o no contaminada, se debe tener conocimiento del uso que se le da al agua, los estándares o límites permisibles en las normativas establecidas serán distintas para cada uso o actividad en la que se necesite el fluido, quiere decir que: los límites permitidos para el agua de uso doméstico no van a ser los mismos a los de uso recreativo, y esto depende la autoridad competente de cada lugar (Guaygua, 2019).

2.1.6. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

La acción humana induce una contaminación que no solamente daña la estructura de los ecosistemas acuáticos, sino que también perturba su funcionamiento, ocasionando modificaciones en la integridad de estos sistemas. La eutrofización surge debido a la presencia de nutrientes, como fósforo y nitrógeno, que provienen de vertidos agrícolas, aguas residenciales e industriales, así como emisiones atmosféricas derivadas de la quema de combustibles fósiles. Un factor de riesgo adicional al que se enfrentan las fuentes de agua es la acidificación, que tiene efectos negativos en la salud humana y la diversidad biológica, al mismo tiempo que reduce la eficacia del entorno y afecta directamente las condiciones socioeconómicas. Por ello, es de suma importancia reconocer la trascendencia de este problema. la contaminación de las fuentes de agua como una amenaza significativa ya que la escasez de este recurso impediría la satisfacción de las necesidades humanas y el funcionamiento adecuado de los ecosistemas naturales. (Arévalo, 2019).

Hoy en día la creciente sobre el deterioro del medio ambiente está siendo impulsada por el impacto generado por las actividades humanas, en particular aquellas que afectan directamente los recursos naturales, principalmente el agua, por esta razón resulta de vital importancia llevar a cabo un monitoreo constante para evaluar la calidad del agua con el propósito de limitar las descargas hacia la evolución de esta calidad a lo largo del tiempo y tomar medidas preventivas, así como desarrollar soluciones que contribuyan a mitigar el impacto negativo que la actividad humana causa en los ecosistemas acuáticos. (Lupi, Zaradnik, & Canziani, 2020).

2.1.7. MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA

Estos análisis abarcan una variedad de parámetros físicos, químicas, biológicos y microbiológicos con el propósito de obtener un conocimiento continuo o puntual acerca del estado del agua, esto resulta útil para evaluar los efectos que se producen en el agua y determinar si son apropiados para el uso o la distribución prevista del recurso, es crucial llevar a cabo un seguimiento constante de la calidad del agua, ya que este proceso ayuda a evaluar el impacto causado por diversas actividades humanas en las fuentes de agua, debido a que el agua es una pieza clave del día a día de las personas, estos análisis pueden generar conciencia sobre lo que está ocurriendo en la fuente de agua (Salinas Delgado , 2022).

2.2. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN LA TOMA DE CAPTACIÓN DEL RIO DAULE

2.2.1. PARÁMETROS FÍSICOS

2.2.1.1. TEMPERATURA

La radiación solar al agua como energía lumínica, logrando su calentamiento y su absorción de manera progresiva siendo la capa superficial la que retiene la mayor cantidad de calor.

Este factor posee una significativamente relevancia ya que puede influir en el comportamiento de los organismos al modificar su respuesta en relación con la temperatura ambiente, lo que los vuelve susceptibles a la contaminación térmica, al elevar la temperatura del agua, se reduce su capacidad de retener oxígeno, lo que a su vez intensifica la actividad fisiológica de los seres acuáticos, llegando incluso a causar asfixia en estos organismos.. (Cheme Valencia, 2020).

2.2.1.2. POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)

Estos análisis abarcan una variedad de parámetros físicos, biológicos y microbiológicos con el propósito de obtener un conocimiento continuo o puntual acerca del estado del agua, esto resulta útil para evaluar los efectos que se producen en el agua y determinar si son apropiados para el uso o la distribución prevista del recurso, es crucial llevar a cabo un seguimiento constante de la calidad del agua ya que este proceso ayuda a evaluar el impacto causado por diversas actitudes humanas en las fuentes de agua, debido a que el agua es una pieza clave en el día de las personas, estos análisis pueden generar conciencia sobre lo que está ocurriendo en la fuente de agua. (Peláez, 2022).

2.2.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad es un indicador de las sales existentes en el agua y mide la concentración de iones, incluyendo Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos, expresada en Micromhos/cm o Siemens/cm. La conductividad sirve como un reflejo indirecto de la presencia de sustancias disueltas; las aguas con altos valores de conductividad pueden presentar un riesgo de corrosión. (Alberto, CALIDAD DEL AGUA: EVALUACION Y DIAGNOSTICO, 2011)

2.2.1.4. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Las partículas sólidas diminutas que permanecen suspendidas en el agua ya sea en forma de coloide o debido al movimiento del agua, se conocen como sólidos en suspensión, estas partículas pueden ser separadas mediante la sedimentación debido a su tamaño relativamente grande, los sólidos suspendidos actúan como un indicador de la calidad del agua y de la fuerza de las aguas

residuales, siendo un factor clave en el diseño de los procesos de tratamiento de agua residuales en general. (Sima, 2011)

2.2.2. PARÁMETROS QUÍMICOS

2.2.2.1. NITRÓGENO

Este es un contaminante el cual debe ser eliminado debido a que presenta diferentes afectaciones en el medio ambiente ya que disminuye el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, dañando significativa y directamente a la vida acuática y también influye en el desarrollo y crecimiento de organismos fotosintéticos. Pese a que suele ser muy contaminantes también cumple una función como uno de los nutrientes fundamentales para el aumento de la población microbiana dentro que los tratamientos biológicos.

El contenido del nitrógeno total está compuesto por:

- Nitrógeno orgánico: se encuentra presente en el agua en forma de aminoácidos, urea y proteínas.
- Nitrógeno amoniacal: se produce debido a la descomposición del nitrógeno orgánico en su primera etapa, un indicador es que presenta un pH superior a 9.3.
- Nitrito: Es la parte inmediata de la oxidación del amoníaco.
- Nitrato: es el producto final de la oxidación de amoníaco.

En el proceso de digestión anaeróbica el nitrógeno cumple un papel muy importante, ya que los microorganismos necesitan de este elemento para la formación de nueva biomasa (Fraga, 2021).

2.2.2.2. FÓSFORO

La presencia de fósforo en aguas proviene de las actividades industriales y domésticas aledañas a la fuente hídrica. Se encuentra en forma de fosfatos que son derivados del fertilizantes, excreciones humanas y animales, productos de limpieza y detergentes. Estos fosfatos se componen de dos formas:

Ortofosfatos: estos provienen directamente de los vertidos de efluentes industriales y domésticos como también de la degradación de los procesos de tratamientos de los polifosfatos orgánicos e inorgánicos

Polifosfatos: SE degradan en los ortofosfatos si permanecen en partes inertes y también se presentan en suspensión o también más o menos sedimentables (Fraga, 2021).

2.2.2.3. OXÍGENO DISUELTO (OD)

Este parámetro se emplea ampliamente para evaluar la contaminación en cuerpos de agua, ya que es un indicador crucial para determinar si los niveles de oxígeno son insuficientes, lo que podría

ocasionar la falta de supervivencia de determinados peces y organismos debido a la anoxia tisular. El oxígeno desempeña un papel vital en la sustentación de la vida acuática y su presencia está inversamente relacionada con la temperatura. Si los niveles de oxígeno disuelto disminuyen, suele indicar un aumento en la temperatura del cuerpo de agua. (Peláez, 2022).

Para evaluar la calidad de agua el oxígeno disuelto es un indicador fundamental, los valores de este oscilan entre 7.0 y 8.0 mg/L. Puede dar un soporte de lo bien que se encuentra el agua a la fauna y flora, como también indicar el grado de contaminación del agua; generalmente los niveles más altos de oxígeno disuelto en el agua indica una buena calidad, sin embargo, estos niveles son demasiados bajos, algunas especies y organismos no podrían sobrevivir, el oxígeno libre que se encuentra en el cuerpo de agua es vital para las formas de vida acuática. (Cheme Valencia, 2020).

Las concentraciones de oxígeno disuelto están influenciadas por la temperatura, quiere decir, si aumenta la temperatura los valores de OD disminuirán. En los análisis es necesario obtener valores de OD ya que ayuda a cuantificar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) (Cheme Valencia, 2020).

2.3.MARCO LEGAL

Constitución de la Republica del Ecuador

La constitución de la Republica del Ecuador del 2008 establece:

Tabla 2 *Artículos de la Constitución de la República del Ecuador*

Art. 12	“El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, imprescriptible y esencial para la vida y debido a esto es un derecho humano fundamental e irrenunciable” (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2008)
Art. 276	“en la sección numero 4 trata de recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable los cuales las personas tengan un acceso equitativo, permanente y de calidad de los recursos naturales como aire, agua y suelo” (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2008)
Art. 318	“El agua es patrimonio nacional de uso público y constituye un elemento vital para el entorno y para existencia de los seres vivos por ende se encuentra prohibido la privatización del agua” (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2008)

Fuente: Elaborado por autores 2023

ACUERDO MINISTERIAL 061

Tabla 3 *Artículos del Acuerdo Ministerial 061*

Art.209	<p>“De la calidad del agua. - son las características físicas, químicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizara con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descarga, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.</p> <p>En cualquier caso, la Auditoria Ambiental Competente, podrá disponer al sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas, asi como del cuerpo e agua receptor.</p> <p>Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hidricas, la alteración de la composición física-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que corresponde a cada caso” (Acuerdo Ministerial 061 , 2015)</p>
----------------	--

Fuente: Elaborado por autores 2023

En la ley orgánica de recursos hídricos uso y aprovechamiento de agua establece:

Tabla 4 *Artículos de la ley orgánica de recursos hídricos uso y aprovechamiento de agua*

Art. 1	<p>“Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria” (Ley Orgánica de Recursos Hídricos uso y Aprovechamiento de Agua, 2014)</p>
Art. 3	<p>Objeto de la Ley. “El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay</p>

	o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución” (Ley Orgánica de Recursos Hídricos uso y Aprovechamiento de Agua, 2014)
Art. 10	<p>“Dominio hídrico público. El dominio hídrico público está constituido por los siguientes elementos naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Los ríos, lagos, lagunas, humedales, nevados, glaciares y caídas naturales; b) El agua subterránea; c) Los acuíferos a los efectos de protección y disposición de los recursos hídricos; d) Las fuentes de agua, entendiéndose por tales las nacientes de los ríos y de sus afluentes, manantial o naciente natural en el que brota a la superficie el agua subterránea o aquella que se recoge en su inicio de la escorrentía; e) Los álveos o cauces naturales de una corriente continua o discontinua que son los terrenos cubiertos por las aguas en las máximas crecidas ordinarias; f) Los lechos y subsuelos de los ríos, lagos, lagunas y embalses superficiales en cauces naturales; g) Las riberas que son las fajas naturales de los cauces situadas por encima del nivel de aguas bajas; h) La conformación geomorfológica de las cuencas hidrográficas, y de sus desembocaduras; i) Los humedales marinos costeros y aguas costeras; y, j) Las aguas procedentes de la desalinización de agua de mar. <p>Las obras o infraestructura hidráulica de titularidad pública y sus zonas de protección hidráulica se consideran parte integrante del dominio hídrico público” (Ley Orgánica de Recursos Hídricos uso y Aprovechamiento de Agua, 2014)</p>
Art. 64	<p>Capítulo III Derechos de la naturaleza establece que; “conservación del agua. La naturaleza o Pacha tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:</p> <p>La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares,</p>

paramos, humedales y manglares” (Ley Orgánica de Recursos Hídricos uso y Aprovechamiento de Agua, 2014)

Fuente: Elaborado por autores 2023

Acuerdo 097-A - Reforma Texto Unificado de Ley Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) - Anexo I del Libro VI: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

Esta Norma Aplica a la selección de aguas pertenecen a la **TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE**

“La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras”.

Tabla 5 *Artículos del Acuerdo Ministerial 097A*

5.2.4.4	“Para el caso en el cual el criterio de calidad es la concentración de bacterias, la correspondiente modelación bacteriana es de carácter obligatorio, como parte de un Plan Maestro de Control de la Contaminación del Agua”. (Acuerdo Ministerial 097A, 2015)
5.2.4.5	“En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno”. (Acuerdo Ministerial 097A, 2015)
5.2.4.6	“En condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor, se utilizarán los valores de la TABLA 9 de limitaciones a las descargas a cuerpos de agua dulce, con el aval de la Autoridad Ambiental Competente. Las concentraciones corresponden a valores medios diarios”. (Acuerdo Ministerial 097A, 2015)
5.2.4.7	“Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con las normas fijadas considerando el criterio de calidad de acuerdo con el uso del cuerpo receptor. Adicionalmente, los límites máximos permisibles para descarga de estos lixiviados a cuerpos de agua se regirán conforme a la normativa ambiental emitida para el efecto”. (Acuerdo Ministerial 097A, 2015)

Fuente: Elaborado por autores 2023

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de titulación fue de tipo experimental debido a que todos los resultados fueron evaluados en el laboratorio y en lugar de la toma de muestras. Los datos experimentales obtenidos de la unidad de análisis fueron normalizados para aplicarlos en el indicador universal de calidad de agua y establecer el rango de calidad en el que se encuentra el agua de la fuente evaluado.

3.2.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ÁREA DE TRABAJO:

Para la realización de la identificación del área de trabajo se realizó una observación de campo de manera previa para poder establecer los puntos de monitoreo ambiental.

3.2.2. MONITOREO Y MUESTREO AMBIENTAL:

Para la toma de monitoreos en el campo, se rige a los estándares establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013, En el cual se especifica el método en el cual se deben de monitorear y recolectar las muestras.

3.2.3. EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS:

Las muestras que se escogieron se los analizara dentro de los laboratorios de las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil campus María Auxiliadora, aplicando los métodos estándar, establecidos en la normativa ambiental.

3.2.4. INTERPRETACIÓN:

Los resultados obtenidos durante el proceso de análisis de las muestras se someterán a una interpretación y comparación con los LMP que se encuentra establecidos en la Tabla 9. del ACUERDO MINISTERIAL 097 – A.

3.3.ÁREA DE ESTUDIO

La zona bajo estudio barca la captación del rio Daule, un curso de agua dulce que abarca una diversidad de usos desde actividades agrícolas y ganaderas hasta aplicaciones industriales, además esta cuenca fluvial vierte al mar alrededor de 12 mil millones de metros cúbicos de agua anualmente y abastece tanto el consumo humano como las necesidades industriales de la ciudad

más poblada de Ecuador, Guayaquil. La cuenca del río Daule desempeña un papel fundamental para el país, ya que atraviesa la llanura costera una región natural de gran importancia.

Esta cuenca que engloba una extensión aproximada de 15000 km², forma parte de la cuenca del río Guayas, la cual incluye además la cuenca del río Babahoyo, ambas cuencas conforman la región geográfica de la vertiente del Pacífico en Ecuador.

La cuenca del río Daule comprende 91 microcuencas que consisten en diversos ríos y esteros, además de corrientes menores, la topografía de la zona varía desde alturas de 820 metros sobre el nivel del mar en la ladera de Santo Domingo, en el noroeste hasta el nivel del mar en el Golfo de Guayaquil, la precipitación anual total oscila entre 640 y 3,200 mm por año (Fondagua, 2023)

3.4. ESTACIONES DE MUESTREO

Para escoger los puntos o estaciones de muestreo se tomará en cuenta el área de mayor influencia antropogénica en el área de captación del río Daule y se reflejará los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 6 Ejemplo para coordenadas

Puntos	Mareas	Coordenadas		Descripción
		X	Y	
P1	Pleamar y Bajamar			
P2	Pleamar y Bajamar			
P3	Pleamar y Bajamar			
P4	Pleamar y Bajamar			
P5	Pleamar y Bajamar			

Fuente: Elaborado por autores 2023

Determinación de Parámetros Físicos y Químicos

Para la determinación de los parámetros se realizará la siguiente metodología:

3.4.1. POTENCIAL DEL HIDROGENO

En este proceso es importante que este calibrado el electrodo, este consta con un sensor de vidrio que es sensible a los cambios en las concentraciones de iones de hidronio, por lo cual cuando el electrodo está en contacto con la muestra de agua, esta genera corrientes que se convertirán en valores de pH, pues este valor se mostrará en la pantalla del medidor.

3.4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Esta se determina midiendo la facilidad que una muestra permite que las corrientes eléctricas fluyan, es la capacidad de un material para poder transportar corrientes eléctricas que influyen por la cantidad de iones disueltos en una muestra de agua.

En este proceso se utiliza un electrodo de conductividad:

Primero. - el electrodo tienen que estar correctamente calibrado utilizando los equipos de calibración.

Segundo. - se sumerge el electrodo en la muestra de agua a medir, este mide la resistencia eléctrica de la muestra, se encuentra relacionada inversamente con la conductividad a menor resistencia, mayor conductividad.

Tercero. – La conductividad convierte la resistencia medida en unidades de conductividad eléctrica, las unidades comunes son microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) o milisiemens por centímetro (mS/cm).

3.4.3. TEMPERATURA

Para determinar la temperatura del agua, se puede determinar utilizando el electrodo de pH, ya que al medir el potencial de hidrógeno este lo emite automáticamente.

3.4.4. OXÍGENO DISUELTO

La determinación de este se la realiza para poder evaluar la cantidad de oxígeno que está presente de forma disuelta en la muestra de agua, ya que esta es indispensable para la vida acuática y la salud de los ecosistemas acuáticos.

Primero. – se sumergen las botellas Winkler para tomar directamente desde el cuerpo de agua para evitar el ingreso del oxígeno en la botella,

Segundo. - Se agregan los reactivos químicos (1 mililitro de Sulfato manganoso más 1 mililitro de Yoduro Alcalino) para poder fijar el oxígeno disuelto presente.

Tercero. – En el laboratorio se añade 1 mililitro de ácido sulfúrico concentrado.

Cuarto. -Se inicia la valoración con tiosulfato de sodio usando como indicador la solución almidón y se valora hasta que la muestra tome un color transparente, luego de lo cual se podrá medir la cantidad añadida y sacar el valor de oxígeno disuelto en el agua.

3.4.5. SÓLIDOS SUSPENDIDOS

En una muestra de agua este proceso se realiza para cuantificar la cantidad de partículas sólidas que están suspendidas en el agua. Estos pueden ser partículas de materia inorgánica u orgánica, esto es importante para la evaluación y conservación en la calidad del agua y la vida en los ecosistemas acuáticos.

Primero. - se pasa una muestra de agua a través de un filtro pre- pesado ya sea de fibra de vidrio o papel filtro que retenga las partículas suspendidas.

Segundo. – Después de la filtración, se coloca el filtro con las partículas que quedaron retenidas en un horno a temperatura constante para que se pueda secar el filtro junto con los sólidos suspendidos, esto ayuda a la eliminación de la humedad permite que se obtenga el peso exacto de los sólidos existentes.

Tercero. – Una vez que los filtros y los sólidos suspendidos se han secado, se deben de pesar nuevamente el filtro con los sólidos. La diferencia entre el peso del filtro antes y después de la filtración del secado representa el peso de los sólidos suspendidos en la muestra, esto se expresa generalmente en miligramos de sólidos suspendidos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm)

3.4.6. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

La DQO se mide mediante una reacción de oxidación química que simula que podría tener la materia orgánica presente en la muestra. En el proceso la muestra se mezcla con un agente oxidante fuerte, esta reacción provoca la oxidación de la materia orgánica presente en la muestra.

Después de que se ha completado la reacción de oxidación, se mide la cantidad no consumida del agente oxidante, mediante una titulación se detecta el cambio de color en la muestra.

La cantidad de agentes oxidantes consumidos en la reacción es proporcional a la DQO presente en las muestras. Utilizan los factores de conversión y cálculos en la determinación de la concentración de DQO. Los resultados se expresan generalmente en miligramos de oxígeno por litro (mg/L) o ppm.

3.4.7. NITRÓGENO

Prepara una muestra de la solución que contiene el nitrógeno, para esto se agrega una solución de nitroprusiato en la muestra, esta es una solución acuosa, reacciona con el nitrógeno presente en la muestra para formar un compuesto coloreado.

Después se agregan reactivos que reaccionaran con los compuestos antes formados, este producto final, cambiara la intensidad del color formado es proporcional a la concentración de nitrógeno en la muestra

Se pondrá en una celda 10ml de la muestra donde se toma la medida de la absorbancia o transmitancia del compuesto del coloreado utilizando un espectrofotómetro,

3.4.8. FÓSFORO

Determinación en fósforo en el espectrofotómetro lleva a cabo reacciones químicas que producen compuestos coloreados cuando la intensidad de colores es proporcional a la concentración de fosforo de las muestras.

Para esto se debe de preparar la muestra de agua agregamos una solución de ácido ascórbico a la muestra, la reacción entre el fósforo y los reactivos forma un compuesto coloreado que e estable y se pueden medir en el espectrofotómetro.

Los ácidos ascórbicos forman un compuesto que tiene un color amarillo intenso, en el espectrofotómetro se mide la absorbancia del compuesto coloreado a una longitud de ondas específicas que generalmente se selecciona en función de la máxima absorbancia del compuesto coloreado.

3.5.DETERMINACIÓN DEL INDICADOR UNIVERSAL DE CALIDAD DE AGUA

La determinación del Indicador Universal de Calidad de Agua (ICA), esto es un proceso esencial para evaluar la acidez o alcalinidad de una muestra de agua. A través de los cambios de color en la solución indicadora en funciones del pH, se obtiene informaciones valiosas sobre la condición del agua en términos de sus niveles de acidez o basicidad. Este método es ampliamente utilizaos debido a su simplicidad y rapidez, permitiendo una evaluación preliminar de la calidad del agua en diferentes contextos, desde laboratorios hasta el campo. Sin embargo, es importante reconocer que este indicador proporciona una

visión general del pH y no ofrecen detalles sobre otros componentes o contaminantes presentes en el agua.

$$UWQI = \sum_{i=1}^n W_i I_i \quad (1)$$

Donde el W_i equivale al peso o porcentaje estimado al i -ésimo parámetro y I_i es el subíndice del i -ésimo en parámetros. El IDEAM, se adoptaron 6 variables básicas para determinar la ICA de los cuerpos de agua, está en estado (Oxígeno disuelto) y cinco de presión (demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos (SST), conductividad eléctrica (CE), pH, Fósforo y Nitrógeno total) (Caho Rodriguez & Lopez Barrera, 2017).

Los valores del ICA del IDEAM comprenden una escala de cero a uno en cinco categorías: muy mala, entre 0.00 y 0.25 (se representan con color rojo); mala, entre 0.26 y 0.50 (se representa con color naranja); regular, entre 0.51 y 0.70 (se representa con color amarillo); aceptable, entre 0.71 y 0.90 (se representa con color verde) y buena, entre 0.91 y 1.00 (se representa con color azul) (IDEAM, 2011)

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. ESTACIONES DE MUESTREO

Las estaciones de muestreo que fueron definidas para realizar la toma de muestras para la evaluación fueron las siguientes:

Tabla 7 *Coordenadas de puntos de monitoreo*

Puntos	Mareas	Coordenadas		Descripción
		X	Y	
P1	Pleamar y Bajamar	613718.00	9780818.50	A la altura del sector Santa Lucia
P2	Pleamar y Bajamar	613291.35	97800885.39	Planta de bombeo Interagua
P3	Pleamar y Bajamar	613538.00	9780940.00	A la altura de la entrada de agua del canal
P4	Pleamar y Bajamar	613783.00	9780942.00	A la altura del poste y el cable
P5	Pleamar y Bajamar	614080.00	9780916.00	A la altura de las viviendas

Fuente: Elaborado por autores 2023

4.2. ANÁLISIS DEL PRIMER MUESTREO

Tabla 8 Datos Tomados en el primer muestreo

19/7/2023	Primer Muestreo									
	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Hora	10:07	13:53	10:18	14:00	10:31	14:16	10:43	14:25	10:54	14:37
Oxígeno Disuelto	5,36	5,54	5,4	5,62	5,39	5,63	5,41	5,5	5,43	5,78
Conductividad Eléctrica	148,9	149,6	150,3	149,2	149,7	151,1	147,7	147,3	150,2	140,2
Temperatura	27,3°C	29,8°C	27,4°C	29,2°C	27,6°C	29,7°C	27,4°C	29,1°C	27,6°C	28,5°C
PH	7,1	7,2	7,3	7,34	7,4	7,2	7,26	7,34	7,42	7,13
DQO	57	60	70	67	71	74	89	53	75	59
Fosforo Total	5,4	5,7	5,3	5,8	5,55	5,62	5,23	5,9	5,31	5,8
Nitrógeno Total	4,5	4,6	4,5	4,65	4,2	4,7	4,43	4,69	4,32	5,01
Sólidos Suspendidos	6,3	6,41	6,37	6,5	6,32	6,5	6,2	6,48	6,8	6,7

Fuente: Elaborado por autores 2023

Los resultados obtenidos indican que el río Daule, en el parámetro de sólido suspendidos se encuentra por debajo de los 6,8 mg/l, es decir que presenta afluentes con diferentes rangos de concentración de sólidos suspendidos, cuenta con un pH, neutro ligeramente alcalino, su concentración de oxígeno es aceptable para la vida acuática. Presentan una concentración de fosforo total de 5,9 mg/l el valor más elevado pero que no sobrepasa el límite permisible y nitrógeno total con un valor de 5,01 mg/l sin sobrepasar los límites máximos.

En el río Daule, los niveles de oxígeno disuelto son inferiores a 6 mg/l, que representa el umbral mínimo establecido en las regulaciones para considerar el agua adecuada para actividades recreativas de contacto directo, y por debajo de 5 mg/l para la preservación de la vida acuática en ambientes de agua dulce cálida. En cuanto a la conductividad eléctrica, el valor más alto registrado es de 151,1 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo cual está por debajo del límite máximo permitido.

Tabla 9 Datos para la determinación del Indicador del Primer Muestreo

Marea	Primer Muestreo									
	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno Disuelto	5,36	5,54	5,4	5,62	5,39	5,63	5,41	5,5	5,43	5,78
Conductividad Eléctrica	148,9	149,6	150,3	149,2	149,7	151,1	147,7	147,3	150,2	140,2
PH	7,1	7,2	7,3	7,34	7,4	7,2	7,26	7,34	7,42	7,13
DQO	57	60	70	67	71	74	89	53	75	59
Relacion N/P	0,83	0,81	0,85	0,80	0,76	0,84	0,85	0,79	0,81	0,86
Sólidos Suspendidos	6,3	6,41	6,37	6,5	6,32	6,5	6,2	6,48	6,8	6,7

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 10 Valores para el cálculo del Indicador de Calidad en el primer muestreo

Valor máximo	Valor Mínimo	Diferencia	Peso
5,78	5,36	0,42	0,17
151,1	140,2	10,9	0,17
7,42	7,1	0,32	0,17
89	53	36	0,17
0,86	0,76	0,1	0,17
6,8	6,2	0,6	0,15

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 11 Valores Normalizados del primer muestreo

Valores Normalizados Primer Muestreo										
19/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	0	0,48	0,09	0,61	0,07	0,64	0,11	0,33	0,16	1
Conductividad eléctrica	0,79	0,86	0,92	0,82	0,87	1	0,68	0,65	0,91	0
PH	0	0,31	0,62	0,75	0,93	0,31	0,5	0,75	1	0,09
DQO	0,11	0,19	0,47	0,38	0,5	0,58	1	0	0,61	0,16
Relacion N/P	0,7	0,5	0,9	0,4	0	0,8	0,9	0,3	0,5	1
Solidos Suspendidos	0,16	0,35	0,28	0,5	0,2	0,5	0	0,46	1	0,43
ICA	0,30	0,45	0,55	0,58	0,43	0,64	0,54	0,41	0,69	0,45
CRITERIOS	MALA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA

Fuente: Elaborado por autores 2023

4.3. ANÁLISIS DEL SEGUNDO MUESTREO

Tabla 12 Datos tomados en el segundo muestreo

Segundo Muestreo										
29/6/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Hora	9:02	15:07	9:13	15:18	9:27	15:39	9:36	15:50	9:50	16:05
Oxígeno disuelto	5,27	5,53	5,33	5,4	5,29	5,68	5,36	5,52	5,32	5,48
Conductividad eléctrica	150,9	148,9	151,8	152,8	150,8	148,9	149,6	149,1	148,3	145,2
Temperatura	27,4	28,3	27,5	28,2	27,8	27,8	27,1	28,1	27,5	28,6
PH	7,31	7,3	7,22	7,24	7,4	7,26	7,23	7,35	7,37	7,23
DQO	68	76	82	95	58	96	69	99	91	92
Fosforo Total	5,2	5,9	5,27	5,84	5,3	5,72	5,26	5,65	5,28	5,72
Nitrógeno Total	2,9	3,5	3,1	3,7	3,15	3,5	3,2	3,6	3,7	3,73
Solidos Suspendidos	4,5	5,5	4,7	5,8	4,8	3,5	5,5	5,2	5,2	4,5

Fuente: Elaborado por autores 2023

En el río Daule, el 75% de las mediciones de temperatura registraron valores entre 27°C y 29,70°C. Los niveles de temperatura pueden experimentar variaciones de hasta un grado en

distintas zonas del río, influidas por factores como la profundidad, la velocidad del agua e incluso las discrepancias entre los equipos de medición.

En la tabla dos, los resultados obtenidos señalan que los valores de sólidos suspendidos alcanzan un máximo de 5,5 mg/l, lo que indica la presencia de afluentes con concentraciones reducidas de partículas suspendidas. El pH se mantiene en un rango neutro-ligeramente alcalino, y la concentración de oxígeno es adecuada para la vida acuática. Además, se observa una concentración de fósforo total de 5,9 mg/l, el valor más alto registrado, aunque dentro de los límites permisibles, y un valor de nitrógeno total de 3,73 mg/l que no excede los valores máximos permitidos.

Las concentraciones de OD están por debajo de los 6mg/l que es el valor mínimo de la norma para que la calidad del agua considere apta para uso recreativo mediante contacto primario y por debajo de los 5 mg/l para la conservación de la vida acuática en cuerpos de agua dulce cálidos.

El valor más elevado de conductividad eléctrica es de 152,8 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y se encuentra por debajo del límite máximo permisible.

En este punto de muestre las mediciones de temperatura se encontraron entre 27,1°C y 28,6°C. Los valores de temperatura pueden variar, hasta con un grado de diferenciar, a lo ancho del río, dependiendo de la profundidad, velocidad del agua e inclusive entre los equipos de medición.

Tabla 13 Datos para la determinación del Indicador del segundo muestreo

Segundo Muestreo										
29/6/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	5,27	5,53	5,33	5,4	5,29	5,68	5,36	5,52	5,32	5,48
Conductividad eléctrica	150,9	148,9	151,8	152,8	150,8	148,9	149,6	149,1	148,3	145,2
PH	7,31	7,3	7,22	7,24	7,4	7,26	7,23	7,35	7,37	7,23
DQO	68	76	82	95	58	96	69	99	91	92
Relacion N/P	0,56	0,59	0,59	0,63	0,59	0,61	0,61	0,64	0,70	0,65
Solidos Suspendidos	4,5	5,5	4,7	5,8	4,8	3,5	5,5	5,2	5,2	4,5

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 14 Valores para el cálculo del Indicador de Calidad en el segundo muestreo

Valor máximo	Valor Mínimo	Diferencia	Peso
5,68	5,27	0,41	0,17
152,8	145,2	7,6	0,17
7,4	7,22	0,18	0,17
99	58	41	0,17
0,70	0,56	0,14	0,17
5,8	3,5	2,3	0,17

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 15 Valores Normalizados para del segundo muestreo

Valores Normalizados Segundo Muestreo										
29/6/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	0	0,63	0,15	0,32	0,04	1,00	0,21	0,61	0,12	0,51
Conductividad eléctrica	0,75	0,49	0,87	1,00	0,74	0,49	0,58	0,51	0,41	0,00
PH	0,5	0,44	0,00	0,11	1,00	0,22	0,06	0,72	0,83	0,06
DQO	0,24	0,44	0,59	0,90	0,00	0,93	0,27	1,00	0,80	0,83
Relacion N/P	0	0,21	0,21	0,50	0,21	0,36	0,36	0,57	1,00	0,64
Solidos Suspendidos	0,43	0,87	0,52	1,00	0,56	0,00	0,87	0,74	0,74	0,43
ICA	0,33	0,52	0,40	0,65	0,43	0,51	0,40	0,71	0,66	0,42
CRITERIOS	MALA	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA	ACEPTABLE	REGULAR	MALA

Fuente: Elaborado por autores 2023

4.4. ANÁLISIS DEL TERCER MUESTREO

Tabla 16 Datos tomados en el tercer muestreo

Tercer Muestreo										
10/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Hora	15:36	9:23	15:49	9:37	15:57	9:52	16:07	10:11	16:18	10:26
Oxígeno disuelto	5,52	5,53	5,57	5,41	5,49	5,37	5,51	5,41	5,46	5,37
conductividad eléctrica	149,2	149,7	151,1	147,7	148,9	149,6	149,1	148,3	145,2	146,2
Temperatura	26,9°C	29,3°C	27,3°C	29,4°C	27,5°C	28,8°C	27,4°C	28,5°C	27,8°C	29,6°C
PH	7,39	7,36	7,41	7,3	7,38	7,31	7,37	7,23	7,36	7,28
DQO	52,6	53,2	49,8	49,8	52,4	48,7	57,5	50,5	56,2	69,1
Fosforo Total	5,47	5,63	5,33	5,54	5,4	5,6	5,5	5,7	5,43	6
Nitrógeno Total	3,73	3,7	3,6	3,2	3,5	3,15	3,7	3,1	3,5	3,1
Solidos Suspendidos	6,5	6,2	6,48	4,7	5,8	4,8	6,6	6,1	6,26	6,5

Fuente: Elaborado por autores 2023

Las variaciones de valores de solidos suspendidos en este punto de muestreo presenta diversas variaciones desde 6,6 mg/l a 4,7 mg/l estos resultados indican que el rio Daule, en el parámetro de solido suspendidos se encuentra por debajo del limite máximo permisible, es decir que presenta afluentes con bajas concentraciones de solidos suspendidos, cuenta con un pH, neutro ligeramente

alcalino, su concentración de oxígeno es aceptable para la vida acuática, aunque por debajo de la norma nacional. Presentan una concentración de fósforo total de 6 mg/l el valor más elevado, pero dentro del límite permisible y nitrógeno total con un valor de 3,7 mg/l sin sobrepasar los límites máximos.

Las concentraciones de OD están por debajo de los 6mg/l que es el valor mínimo de la norma para que la calidad del agua considere apta para uso recreativo mediante contacto primario y por debajo de los 5 mg/l para la conservación de la vida acuática en cuerpos de agua dulce cálidos.

El valor más elevado de conductividad eléctrica es de 151,1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y se encuentra por debajo del límite máximo permisible.

Tabla 17 Datos para la determinación del Indicador del tercer muestreo

Tercer Muestreo										
10/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	5,52	5,53	5,57	5,41	5,49	5,37	5,51	5,41	5,46	5,37
conductividad eléctrica	149,2	149,7	151,1	147,7	148,9	149,6	149,1	148,3	145,2	146,2
PH	7,39	7,36	7,41	7,30	7,38	7,31	7,37	7,23	7,36	7,28
DQO	52,6	53,2	49,8	49,8	52,4	48,7	57,5	50,5	56,2	69,1
Relacion N/P	0,68	0,66	0,68	0,58	0,65	0,56	0,67	0,54	0,64	0,52
Sólidos Suspendidos	6,5	6,2	6,48	4,7	5,8	4,8	6,6	6,1	6,26	6,5

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 18 Valores para el cálculo del Indicador de Calidad en el tercer muestreo

Valor máximo	Valor Mínimo	Diferencia	Peso
5,57	5,37	0,2	0,17
151,1	145,2	5,9	0,17
7,41	7,23	0,18	0,17
69,1	48,7	20,4	0,17
0,68	0,52	0,16	0,17
6,6	4,7	1,9	0,15

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 19 Valores Normalizados del tercer muestreo

Valores Normalizados Tercer Muestreo										
10/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	0,75	0,8	1	0,2	0,6	0	0,7	0,5	0,45	0
Conductividad eléctrica	0,67	0,76	1	0,42	0,62	0,74	0,66	0,52	0	0,16
PH	0,02	0,72	1	0,38	0,83	0,44	0,77	0	0,72	0,27
DQO	0,19	0,22	0,05	0,05	0,18	0	0,43	0,08	0,36	1
Relacion N/P	1	0,87	1	0,37	0,81	0,25	0,93	0,12	0,75	0
Solidos Suspendidos	0,94	0,78	0,93	0	0,57	0,05	1	0,73	0,82	0,94
ICA	0,59	0,69	0,83	0,24	0,60	0,25	0,74	0,32	0,51	0,38
CRITERIOS	REGULAR	REGULAR	ACEPTABLE	MUY MALA	REGULAR	MUY MALA	ACEPTABLE	MALA	REGULAR	MALA

Fuente: Elaborado por autores 2023

4.5. ANÁLISIS DEL CUARTO MUESTREO

Tabla 20 Datos Tomados del Cuarto muestreo

Cuarto Muestreo										
24/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Hora	8:47	13:11	8:58	13:24	9:11	13:37	9:28	13:52	9:41	14:07
Oxígeno disuelto	5,32	5,43	5,36	5,51	5,29	5,6	5,33	5,47	5,28	5,32
Conductividad Eléctrica	153,2	148,2	149,8	152,6	154,1	150,8	148,9	149,7	147,2	148,5
Temperatura	27,8°C	28,3°C	27,9°C	28,4°C	27,3°C	29,4°C	27,4°C	28,7°C	27,8°C	29,3°C
PH	7,59	7,36	7,48	7,32	7,42	7,34	7,4	7,37	7,39	7,15
DQO	93	87	83	92	75	59	66	82	75	85
Fosforo Total	4,37	5,31	4,45	5,27	5,3	4,7	5,4	4,39	5,9	4,6
Nitrógeno Total	5,16	5,3	5,23	5,4	5,6	5,31	5,47	5,29	5,35	5,52
Solidos Suspendidos	6,60	6,10	6,20	6,50	6,40	6,50	5,90	6,9,	6,80	6,30

Fuente: Elaborado por autores 2023

En este punto de muestreo las variaciones de valores de solidos suspendidos presenta diversas variaciones desde 6,9 mg/l a 5,9 mg/l estos resultados indican que el rio Daule, en el parámetro de solido suspendidos se encuentra por debajo del limite máximo permisible, es decir que presenta afluentes con bajas concentraciones de solidos suspendidos, cuenta con un pH, neutro ligeramente alcalino, su concentración de oxígeno es aceptable para la vida acuática, aunque por debajo de la norma nacional. Presentan una concentración de fosforo total de 5,9 mg/l el valor más elevado, pero dentro del limite permisible y nitrógeno total con un valor de 5,6 mg/l sin sobrepasar los límites máximos.

Los niveles de oxígeno disuelto se ubican por debajo de los 6 mg/l, el umbral mínimo establecido por las regulaciones para considerar el agua apta para actividades recreativas de contacto directo, y por debajo de los 5 mg/l para mantener la vida acuática en ecosistemas de agua dulce cálida. El valor más alto registrado en cuanto a conductividad eléctrica es de 154,1 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo cual está por debajo del limite máximo permitido.

En el río Daule la temperatura se encontraron entre 27,3°C y 29,6°C. Los valores de temperatura pueden variar, hasta con un grado de diferenciar, a lo ancho del río, dependiendo de la profundidad, velocidad del agua e inclusive entre los equipos de medición.

Tabla 21 Datos para la Determinación del Indicador del cuarto muestreo

Cuarto Muestreo										
24/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	5,32	5,43	5,36	5,51	5,29	5,6	5,33	5,47	5,28	5,32
Conductividad Eléctrica	153,2	148,2	149,8	152,6	154,1	150,8	148,9	149,7	147,2	148,5
PH	7,59	7,36	7,48	7,32	7,42	7,34	7,4	7,37	7,39	7,15
DQO	93	87	83	92	75	59	66	82	75	85
Relacion N/P	1,18	1	1,18	1,02	1,06	1,13	1,01	1,21	0,91	1,2
Solidos Suspendidos	6,6	6,1	6,2	6,5	6,4	6,5	5,9	6,9	6,8	6,3

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 22 Valores para el cálculo del Indicador de Calidad en el cuarto muestreo

Valor máximo	Valor Mínimo	Diferencia	Peso
5,6	5,28	0,32	0,17
154,1	147,2	6,9	0,17
7,59	7,15	0,44	0,17
93	59	34	0,17
1,21	0,91	0,30	0,17
6,9	5,9	1	0,15

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 23 Valores Normalizados en el cuarto muestreo

Valores Normalizados Cuarto Muestreo										
24/7/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	0,13	0,47	0,25	0,72	0,03	1	0,16	0,59	0	0,13
Conductividad eléctrica	0,87	0,14	0,38	0,78	1	0,52	0,25	0,36	0	0,19
PH	1	0,48	0,75	0,39	0,61	0,43	0,57	0,5	0,55	0
DQO	1	0,82	0,71	0,97	0,47	0	0,21	0,68	0,47	0,76
Relacion N/P	0,9	0,3	0,9	0,37	0,5	0,73	0,33	1	0	0,97
Solidos Suspendidos	0,7	0,2	0,3	0,6	0,5	0,6	0	1	0,9	0,4
ICA	0,77	0,41	0,55	0,64	0,52	0,55	0,26	0,68	0,31	0,41
CRITERIOS	ACEPTABLE	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA	MALA

Fuente: Elaborado por autores 2023

4.6. ANÁLISIS DEL QUINTO MUESTREO

Tabla 24 Datos tomados en el quinto muestreo

Quinto Muestreo										
1/8/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Hora	14:23	9:05	14:36	9:16	14:48	9:28	15:03	9:41	15:15	9:57
Oxígeno disuelto	5,4	5,23	5,27	5,21	5,05	5,27	5,26	5,47	5,39	5,32
Conductividad Eléctrica	150,1	148,2	152,6	153,2	149,8	152,4	148,7	149,5	150,5	146,2
Temperatura	29,2°C	27,3°C	29,1°C	27,4°C	28,8°C	27,8°C	28,6°C	27,5°C	29,1°C	27,6°C
PH	7,38	7,27	7,42	7,35	7,29	7,28	7,32	7,25	7,29	7,2
DQO	76	82	95	71	71	73	92	93	87	83
Fosforo Total	5,8	4,8	5,6	4,7	5,91	4,2	5,5	4,43	5,6	4,83
Nitrógeno Total	5,32	4,33	5,2	4,24	5,37	4,5	5,7	4,1	5,35	4,4
Solidos Suspendidos	6,4	6,1	6,5	5,9	5,5	5,8	6,7	6,82	6,03	6,6

Fuente: Elaborado por autores 2023

En este último punto de muestreo las variaciones de valores de solidos suspendidos presenta diversas variaciones desde 6,82 mg/l a 5,5 mg/l estos resultados indican que el rio Daule, en el parámetro de solido suspendidos se encuentra por debajo del límite máximo permisible, es decir que presenta afluentes con bajas concentraciones de solidos suspendidos, cuenta con un pH, neutro ligeramente alcalino, su concentración de oxígeno es aceptable para la vida acuática, aunque por debajo de la norma nacional. Presentan una concentración de fosforo total de 5,91 mg/l el valor más elevado, pero dentro del límite permisible y nitrógeno total con un valor de 5,37 mg/l sin sobrepasar los límites máximos.

Las concentraciones de OD están por debajo de los 6 mg/l que es el valor mínimo de la norma para que la calidad del agua considere apta para uso recreativo mediante contacto primario y por debajo de los 5 mg/l para la conservación de la vida acuática en cuerpos de agua dulce cálidos.

El valor más elevado de conductividad eléctrica es de 153,2 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y se encuentra por debajo del límite máximo permisible.

En el rio Daule la temperatura se encontraron entre 27,3°C y 29,2°C. Los valores de temperatura pueden variar, hasta con un grado de diferenciar, a lo ancho del rio, dependiendo de la profundidad, velocidad del agua e inclusive entre los equipos de medición.

Tabla 25 Datos para la Determinación del Indicador del quinto muestreo

Quinto Muestreo										
1/8/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	5,4	5,23	5,27	5,21	5,05	5,27	5,26	5,47	5,39	5,32
Conductividad Eléctrica	150,1	148,2	152,6	153,2	149,8	152,4	148,7	149,5	150,5	146,2
PH	7,38	7,27	7,42	7,35	7,29	7,28	7,32	7,25	7,29	7,2
DQO	76	82	95	71	71	73	92	93	87	83
Relacion N/P	0,92	0,90	0,93	0,90	0,91	1,07	1,04	0,93	0,96	0,91
Solidos Suspendidos	6,4	6,1	6,5	5,9	5,5	5,8	6,7	6,82	6,03	6,6

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 26 Valores para el cálculo del Indicador de Calidad en el quinto muestreo

Valor máximo	Valor Mínimo	Diferencia	Peso
5,47	5,05	0,42	0,17
153,2	146,2	7	0,17
7,42	7,20	0,22	0,17
95	71	24	0,17
0,96	0,90	0,06	0,17
6,82	5,5	1,32	0,15

Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 27 Valores Normalizados del Quinto muestreo

Valores Normalizados Quinto Muestreo										
1/8/2023	punto 1		punto 2		punto 3		punto 4		punto 5	
Marea	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar
Oxígeno disuelto	0,83	0,43	0,52	0,38	0,00	0,52	0,50	1,00	0,81	0,64
Conductividad eléctrica	0,56	0,29	0,91	1,00	0,51	0,89	0,36	0,47	0,61	0,00
PH	0,82	0,32	1	0,68	0,41	0,36	0,55	0,23	0,41	0
DQO	0,21	0,46	1	0	0	0,08	0,88	0,92	0,67	0,5
Relacion N/P	0,33	0	0,5	0	0,17	2,83	2,33	0,5	1	0,17
Solidos Suspendidos	0,68	0,45	0,76	0,30	0	0,23	0,91	1	0,40	0,83
ICA	0,57	0,32	0,78	0,40	0,19	0,83	0,92	0,68	0,66	0,35
CRITERIOS	REGULAR	MALA	ACEPTABLE	MALA	MUY MALA	ACEPTABLE	BUENA	REGULAR	REGULAR	MALA

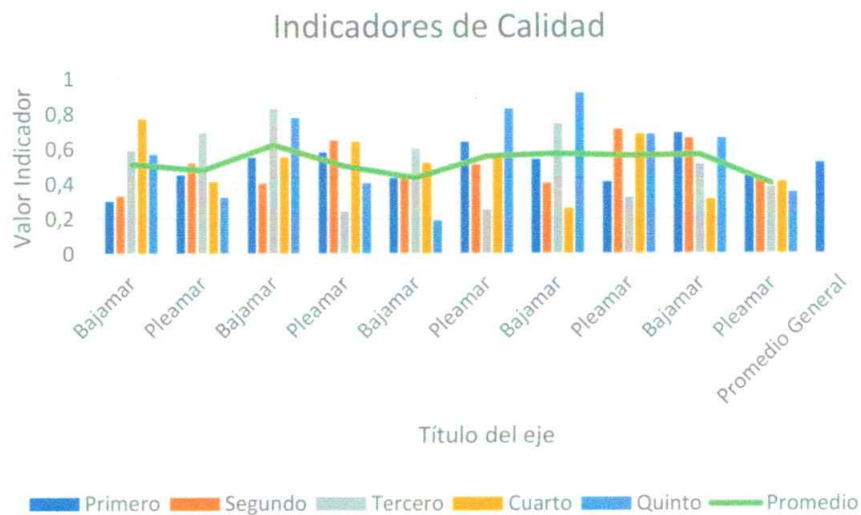
Fuente: Elaborado por autores 2023

Tabla 28.- Resultado de Indicador Universal de Calidad de agua

Resultados de Indicador Universal de Calidad de Agua												
Muestras	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Bajamar	Pleamar	Promedio General	Criterio
Primero	0,3	0,45	0,55	0,58	0,43	0,64	0,54	0,41	0,69	0,45	0,52	Regular
Segundo	0,33	0,52	0,4	0,65	0,43	0,51	0,4	0,71	0,66	0,42		
Tercero	0,59	0,69	0,83	0,24	0,6	0,25	0,74	0,32	0,51	0,38		
Cuarto	0,77	0,41	0,55	0,64	0,52	0,55	0,26	0,68	0,31	0,41		
Quinto	0,57	0,32	0,78	0,4	0,19	0,83	0,92	0,68	0,66	0,35		
Promedio	0,51	0,48	0,62	0,50	0,43	0,56	0,57	0,56	0,57	0,40		

Fuente: Elaborado por autores 2023

Figuras 2.- Indicador Universal de Calidad



Fuente: Elaborado por autores 2023

ANÁLISIS DEL INDICADOR UNIVERSAL DE CALIDAD DE AGUA

De acuerdo con los muestreos realizados en bajamar y pleamar durante los meses de junio, julio y agosto del 2023, el indicador de calidad promedio resulto con criterio de regular, es preocupante en virtud que el valor obtenido de 0.52 para este criterio está en el valor más bajo, casi en el tope del criterio de mala calidad, solo por dos centésimas, esta es la calidad de agua de la fuente que captamos hoy en nuestra ciudad de Guayaquil para potabilizar.

CAPITULO V

5.1.CONCLUSIONES

- La evaluación de la calidad del agua en el río Daule se llevó a cabo mediante la comparación de los aspectos físicos y químicos de distintas muestras de agua con los límites máximos permitidos según lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 0-97A. Estos criterios reflejan que la calidad del agua es Regular.
- La polución en las aguas del río Daule resulta de la insuficiente gestión y tratamiento de desechos provenientes de actividades humanas, industriales y agrícolas. El incremento demográfico, la expansión urbana y diversas operaciones industriales impactan negativamente en la calidad del agua.
- De acuerdo con los propósitos específicos, se pueden establecer las siguientes conclusiones: Se evaluó la calidad del agua en varios puntos de captación del río Daule, y los resultados obtenidos señalan que el río Daule presenta afluentes con distintos niveles de concentración de sólidos suspendidos y un pH con un valor de 7.1. Se observa una elevada cantidad de fósforo y nitrógeno totales, lo que conlleva a riesgos de proliferación excesiva de algas.
- En el río Daule, los niveles de oxígeno disuelto se encuentran por debajo de los 6 mg/l, que representa un valor por debajo de lo establecido que es de 6.7 mg/l, como mínimo establecido por la normativa para preservar la vida acuática en cuerpos de agua dulce de temperaturas cálidas.
- En el río Daule, el 75% de las observaciones de temperatura se situaron dentro de un rango de 27 a 40°C, con un promedio de 29.70°C. Los niveles de temperatura pueden fluctuar considerablemente a lo largo del río, variando incluso hasta un grado, debido a la profundidad del agua, la velocidad de corriente e incluso las diferencias entre los dispositivos de medición utilizados.

5.2.RECOMENDACIONES

- Con el propósito de mejorar la calidad del agua en el río Daule, se sugiere intensificar la supervisión constante de su calidad, llevando a cabo múltiples recopilaciones y análisis de muestras en distintos puntos de muestreo. Esto permitirá comparar los resultados con los límites máximos aceptables y, a través de esta metodología, determinar si las muestras son adecuadas para el proceso de potabilización.
- Tratar de reducir las emisiones de descargas de aguas residuales, industriales y agropecuarias hacia el efluente para de este modo lograr un descenso en los niveles de contaminación.
- Identificar charlas educativas a las comunidades asentadas a las orillas del río Daule para prevenir el aumento de contaminación en el mismo, de este modo las comunidades estarán informadas sobre los niveles de contaminación.

BIBLIOGRAFIA:

- Ahumada, R. (2011). *Disolved trace metals the water column of Reloncaví Fjord, Chile. Latin .* Chile: Latin american journal of aquatic research.
- Alberto, S. R. (2011). CALIDAD DEL AGUA: EVALUACION Y DIAGNOSTICO . En S. C. Alberto, *CALIDAD DEL AGUA: EVALUACION Y DIAGNOSTICO* (pág. 60). Bogota , Colombia: Ediciones de la U, 2011.
- Arévalo, J. A. (11 de Enero de 2019). *Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná - Boyacá*. Obtenido de Universidad Piloto de Colombia Facultad de ingeniería Programa Ingeniería de Telecomunicaciones Bogotá, Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4769/Trabajo%20de%20grado4984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bateman, A. (2007). *HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA - UPCT*. Obtenido de GRUPO DE INVESTIGACION DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS: <https://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf#:~:text=R%C3%ADo%20Es%20un%20sistema%20din%C3%A1mico%20de%20flujo%20de,y%20se%20considera%20la%20que%20estabiliza%20el%20terreno>.
- Bu, H. S. ((2019)). Environmental Pollution. En H. S. Bu, *Enviromental pollution* (págs. Volume 245, Pages 1058-1070).
- Caho Rodriguez, C., & Lopez Barrera, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca- Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI.
- Cheme Valencia, A. E. (2020). *Evaluación de la calidad del agua del Estero Salado zona puente Gómez Rendón en Guayaquil durante los años 2017 y 2020*. Obtenido de Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50940/1/BCIEQ-T-0549%20Cheme%20Valencia%20Alexandra%20Elizabeth.pdf>
- Elosegui. (Abril de 2009). *Fbbva*. Obtenido de Fbbva: https://www.fbbva.es/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_02.pdf
- Fondagua*. (2023). Obtenido de Fondagua: <http://fondagua.org/cuenca-del-rio-daule/>

- Fraga, I. J. (2021). *Evaluación del sistema de tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas de la ciudad de Cuenca empleando el reactor Uasb construido a escala de laboratorio*. Obtenido de Universidad Católica de Cuenca : <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10945>
- Guaygua Alaña Katiuska Michell. (Septiembre de 2019). *Evaluación de la calidad de agua en cuatro zonas en el refugio de vida silvestre Manglares E Morro, cantón Guayaquil*. Obtenido de Facultad den Ciencias Naturales. Universidad Guayaquil.
- Guaygua, A. K. (Septiembre de 2019). *Evaluación de la calidad de agua en cuatro zonas en el refugio de vida silvestre Manglares E Morro, cantón Guayaquil*. Obtenido de Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44815>
- Gustas y Supernant. (2019). Journal of Anthropological Archaeology. En G. y. Supernan, *Gustas y Supernant* (págs. volumen 54 pag. 192-206).
- Lupi, O., Zaradnik, I., & Canziani, M. (2020). *Estado de arte de los sistemas de monitoreo de calidad de agua*. Obtenido de Universidad Nacional de La Matanza. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas: <https://repositoriocyt.unlam.edu.ar/bitstream/123456789/1221/1/ReDDi%205-2-5.%20Estado%20de%20arte%20de%20los%20sistemas%20de%20monitoreo%20de%20calidad%20de%20agua%20.pdf>
- Pandey, L. K. (2019). *Science of the Total Environment*. . Korea del sur.
- Peláez, Q. R. (18 de Marzo de 2022). *Evaluación Ambiental, sector la Playita del Guasmo en la cooperativa San Felipe de la ciudad de Guayaquil año 2021*. Obtenido de <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5999/1/SUAREZ%20PELAEZ%20RICARDO%20JOS%20c3%89.pdf>
- Pérez Martín , M. A. (20 de Enero de 2023). *Modelo distribuido de simulación del ciclo hidrológico y calidad del agua, integrado en sistemas de información geográfica para grandes cuencas. Aportación al análisis de presiones e impactos de la directiva marco del agua*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/191462/Perez%20Mart%20c3%adn_Modelo%20distribuido%20de%20simulaci%20c3%b3n%20del%20ciclo%20hidrol%20c3%b3gico%20y%20calidad%20del%20agua%20c%20integrado%20en%20sistemas%20de%20informaci%20c3%b3n%20geogr%20c3%a1fica%20para

Proaño Pinargote, E. (Septiembre de 2019). *Determinacion de la calidad de agua en época de lluvia del río Chimbo, Provincia del Guayas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44903>

Salinas Delgado , G. M. (2022). *Análisis de calidad de agua y plan de manejo para el recurso hídrico la sabana del cantón Pasaje, Provincia de El Oro del año 2022*. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12825>

Sierra Ramirez , C. A. (09 de Enero de 2021). *Calidad del Agua: Evaluacion y Diagnostico* .

Sima. (2011). Sistema de Informacion del Medio Ambiente. *Lenntech*, 3.

ANEXOS

Figura 1.- Tabla 1 Criterios de calidad de Agua para consumo humano y domestico

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Arsénico	As	mg/l	0.1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro	CN	mg/l	0.1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ^{VI}	mg/l	0.05
Fluoruro	F	mg/l	1.5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1.0
Mercurio	Hg	mg/l	0.006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50.0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0.2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0.01
Selenio	Se	mg/l	0.01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0.2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100.0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A

Figura 2.- Tabla 2 Criterio de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

TABLA 2. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ¹⁾	Al	mg/l	0.1	1.5
Amoníaco Total ²⁾	NH ₃	mg/l	-	0.4
Arsénico	As	mg/l	0.05	0.05
Bario	Ba	mg/l	1.0	1.0
Berilio	Be	mg/l	0.1	1.5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	1.0	1.0
Boro	B	mg/l	0.75	5.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.001	0.005
Cianuros	CN	mg/l	0.01	0.01
Cinc	Zn	mg/l	0.03	0.015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0.01	0.01
Clorofenoles ³⁾		mg/l	0.05	0.05
Cobalto	Co	mg/l	0.2	0.2
Cobre	Cu	mg/l	0.005	0.005
Cromo total	Cr	mg/l	0.032	0.05
Estaño	Sb	mg/l		2.00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0.001	0.001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.5	0.5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0.5	0.5
Hierro	Fe	mg/l	0.3	0.3
Manganeso	Mn	mg/l	0.1	0.1
Matéria flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0.0002	0.0001
Níquel	Ni	mg/l	0.025	0.1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0.05	0.05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	ug/l	10.0	10.0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	ug/l	10.0	10.0
Plata	Ag	mg/l	0.01	0.005
Plomo	Pb	mg/l	0.001	0.001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6.5 – 9	6.5 – 9.5
Selenio	Se	mg/l	0.001	0.001
Tensoactivos	Sustancias activas al agua de mar/litro	mg/l	0.5	0.5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0.2	
Nitratos	NO ₃	mg/l	13	200
DDO	DDO	mg/l	40	-
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-

¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0.005 mg/l
²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce
³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0.2 ug/l

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

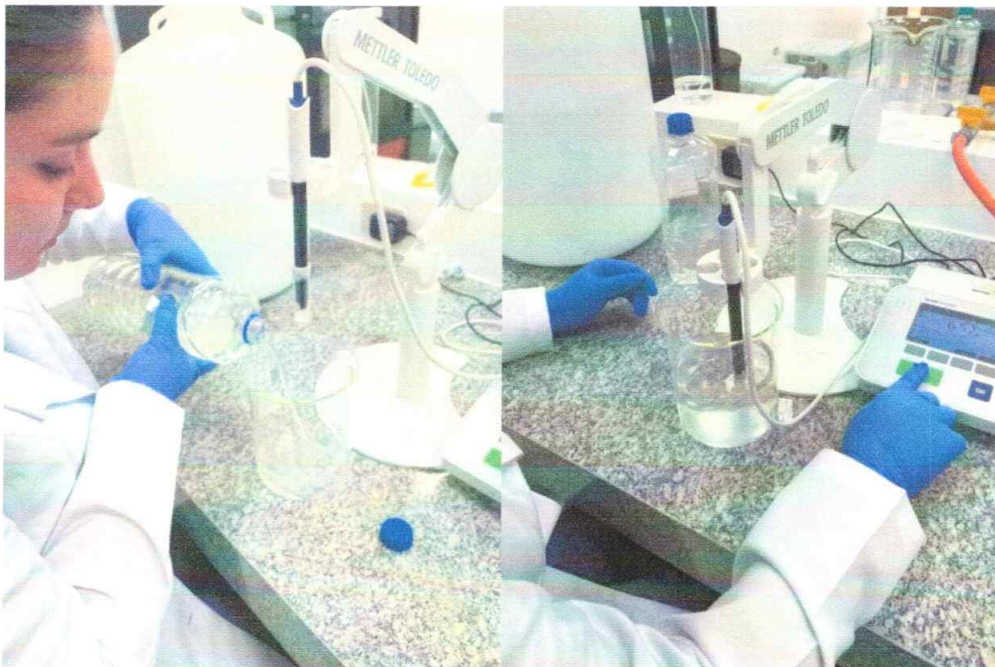
 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

Figura 3.- Muestras de agua del rio Daule



Fuente: Elaborado por autores 2023

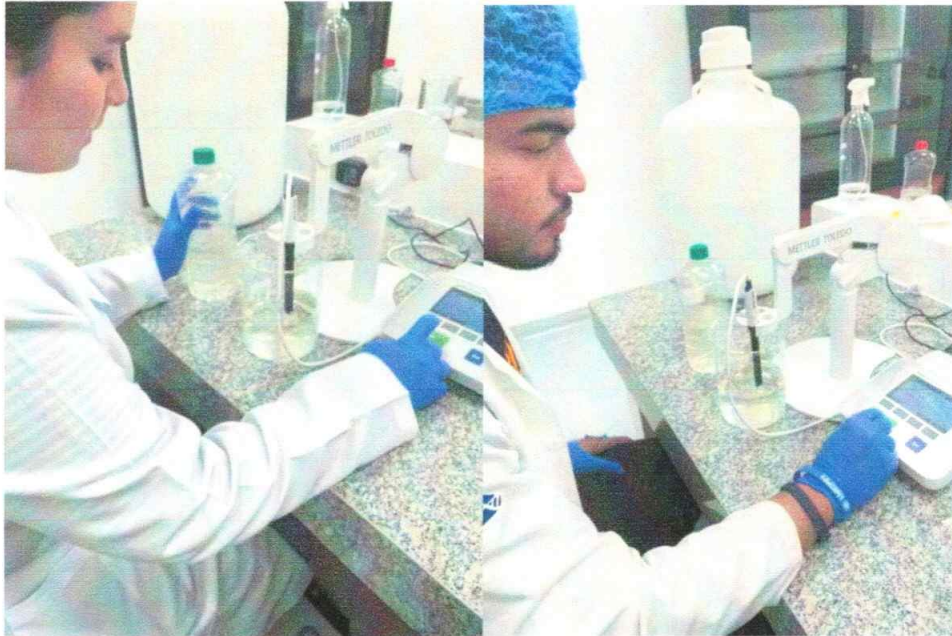
Figura 4.- Preparación de las muestras para realizar los análisis



Fuente: Elaborado por autores 2023

F

Figura 5.- Medición de pH



Fuente: Elaborado por autores 2023

Figura 6.- medición de temperatura



Fuente: Elaborado por autores 2023