



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**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**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

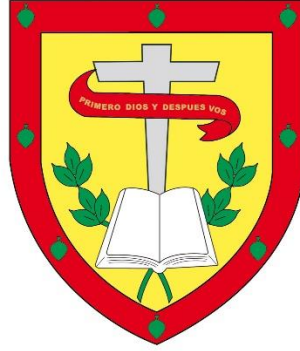
AUTOR: GENESIS MIRLET SALINAS DELGADO

DIRECTOR: ING. POLIBIO MARTÍNEZ VEGA.MGS

CUENCA-ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**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.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR: GENESIS MIRLET SALINAS DELGADO

DIRECTOR: ING. POLIBIO MARTÍNEZ VEGA.MGS

CUENCA-ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Genesis Mirlet Salinas Delgado portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0706393204**. Declaro ser el autor de la obra: **“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”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **10 de agosto de 2022**

F:.....

Genesis Mirlet Salinas Delgado

0706393204

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Genesis Mirlet Salinas Delgado, bajo mi supervisión.

Augusto Polibio Martínez Vega

DIRECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado para mi estrella brillante que tengo en el Cielo mi señora madre Adela Delgado Cedillo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por permitirme terminar esta etapa de mi vida, a mi señor padre Eduardo Salinas por su apoyo incondicional, a mis tres hermanas Pina, Andrea y Cinthya por cada uno de sus consejos en momentos difíciles, a mi primo el Ingeniero Einstein Alvarado por su apoyo e impulso para que inicie mi vida universitaria, a mis amigas que a lo largo de todos estos 5 años de carrera hemos llorado, reído y bailado.

A mi tutor y docente el Ingeniero Polibio Martínez por brindarme su apoyo y enseñanzas durante mi proceso de formación académica e investigativa. A mi Universidad Católica de Cuenca por abrirme sus puertas y brindarme la mejor excelencia académica.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos Ian Fraga y Gisella Gutiérrez y por su ayuda durante mi proceso de titulación.

RESUMEN

La presente investigación analizó la calidad de agua del recurso hídrico La Sabana ubicado en el cantón Pasaje, donde se elaboró un plan manejo ambiental debido a que este cuerpo hídrico se ha convertido en un lugar de depósito de residuos orgánicos e inorgánicos, uso recreativo y agrícola. Para ello, se establecieron tres puntos de monitoreo dado que en el sitio estudiado se evidenció un efluente que interviene en las aguas del río y se desconoce su procedencia, por lo que se requirió establecerlos de la siguiente manera el primer punto antes del efluente, el segundo punto durante la unión que tiene este efluente con el río y finalmente el punto tres después en la salida que tiene el cuerpo hídrico. En cuanto a la selección de los parámetros físicos, químicos y biológicos se basaron en los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces y criterio de calidad admisibles para el riego agrícola según al Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, del Ministerio del Ambiente teniendo valores de 30mg/L para nitratos, 156mg/L para nitritos , 1600mg/L de coliformes fecales, material flotante visible y de concentraciones de cadmio de 0,201mg/L y 2,90 mg/L para hierro, por lo que se encuentran sobrepasando los límites permisibles y su uso no es apto, de igual manera se determinó el grado de contaminación del agua mediante la aplicación del Índice de Calidad del Agua, teniendo una leve contaminación. Por lo que a partir de esto se realiza el plan de manejo ambiental con medidas preventivas que ayuden al mejoramiento de la calidad del agua del recurso hídrico y al mismo tiempo un plan de monitoreo y seguimiento para su adecuado control.

Palabras clave: recurso hídrico, Índice de calidad de agua (ICA), plan de manejo ambiental

ABSTRACT

This research analyzed the water quality of the La Sabana reservoir in the Pasaje canton, where an environmental management plan was developed since this water resource has turned out to be a dumping ground for organic and inorganic waste, recreational and agricultural use. To this end, three monitoring points were established due to an effluent that intervenes in the river flow and its origin is unknown. Thus, it was necessary to establish the following: the first point before the effluent, the second point during the junction of this effluent with the river, and finally a third point after at the outlet of the stream. Regarding the physical, chemical, and biological parameters were chosen, they were based on the admissible quality to preserve freshwater, wildlife, and marine life. Acceptable quality criteria for agricultural irrigation according to the Ministerial Agreement 097-A, 2015, from the Ministry of Environment, with values of 30mg/L for nitrates, 156mg/L for nitrites, 1600mg/L for fecal coliforms, visible floating material and cadmium concentrations of 0.201mg/L and 2.90mg/L for iron, which exceed allowable limits and their use is not suitable; likewise, the degree of water contamination was determined by applying the Water Quality Index, with a minor level of pollution. Based on this, an environmental management plan is designed that includes preventive measures to help improve the water quality of the resource and, at the same time, a monitoring and follow-up for its appropriate control.

Keywords: water resources, water index quality (WIQ), environmental management plan.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD	III
CERTIFICACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE FORMULAS	XIII
LISTA DE ANEXOS	XIV
CAPÍTULO I	- 1 -
1 INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.1 OBJETIVOS	- 3 -
1.1.1 General.	- 3 -
1.1.2 Específicos.	- 3 -
CAPÍTULO II	- 4 -
2 REVISIÓN DE LITERATURA	- 4 -
2.1 AGUA	- 4 -
2.1.1 Fuentes hídricas	- 4 -
2.2 IMPORTANCIA DEL AGUA	- 4 -
2.2.1 Actividad industrial	- 5 -
2.2.2 Actividad agrícola	- 5 -
2.2.3 Actividad doméstica	- 5 -
2.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA	- 5 -
2.3.1 Afecciones en la salud	- 5 -
2.3.2 Afecciones en el cambio climático	- 6 -
2.4 CALIDAD DEL AGUA	- 6 -
2.5 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA	- 6 -
2.6 CAUDAL (Q)	- 6 -
2.6.1 Método de sección y velocidad	- 6 -
2.7 PARÁMETROS FÍSICOS	- 7 -
2.7.1 Temperatura	- 7 -
2.7.2 Conductividad eléctrica (C.E)	- 7 -
2.7.3 Turbidez	- 7 -
2.7.4 Material Flotante	- 7 -
2.7.5 Olor	- 7 -
2.8 PARÁMETROS QUÍMICOS	- 8 -
2.8.1 Potencial de hidrógeno (pH)	- 8 -
2.8.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	- 8 -
2.8.3 Demanda química de oxígeno (DQO)	- 8 -
2.8.4 Oxígeno disuelto (OD)	- 8 -
2.8.5 Nitritos/Nitratos	- 8 -

2.8.6	Dureza	- 8 -
2.8.7	Cadmio (Cd)	- 8 -
2.8.8	Hierro (Fe)	- 9 -
2.9	PARÁMETROS BIOLÓGICOS	- 9 -
2.9.1	Coliformes fecales	- 9 -
2.9.2	Escherichia coli (E. coli)	- 9 -
2.10	MONITOREO	- 9 -
2.10.1	Monitoreo de la calidad de agua	- 9 -
2.10.2	Monitoreo de bioindicadores	- 10 -
2.11	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	- 10 -
2.12	LÍMITES PERMISIBLES	- 10 -
2.13	CONTAMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	- 10 -
2.14	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	- 10 -
2.15	MARCO LEGAL	- 11 -
CAPÍTULO III		- 20 -
3	MATERIALES Y MÉTODOS	- 20 -
3.1	ÁREA DE ESTUDIO	- 20 -
3.2	DESARROLLO METODOLÓGICO	- 20 -
3.2.1	Establecimiento de los puntos de monitoreo	- 21 -
3.2.2	Recolección de la muestra	- 21 -
3.2.3	Consideraciones para la toma de muestra	- 21 -
3.2.4	Conservación y etiquetado de muestras	- 21 -
3.2.5	Parámetros in situ	- 22 -
3.2.6	Parámetros ex situ	- 22 -
3.2.7	Método de análisis en el laboratorio	- 23 -
3.2.8	Evaluación de la calidad del recurso hídrico	- 27 -
3.2.9	Elaboración de un Plan de Manejo Ambiental	32
CAPÍTULO IV		- 33 -
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 33 -
4.1	CARACTERIZACIÓN DEL AGUA	- 33 -
4.2	CAUDAL DEL CUERPO HÍDRICO EN ESTUDIO LA SABANA	- 34 -
4.3	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA	- 34 -
4.3.1	Parámetros físicos	- 34 -
4.3.2	Parámetros Químicos	- 38 -
4.3.3	Parámetro Biológico	- 46 -
4.4	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	- 47 -
4.5	ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	- 48 -
CAPÍTULO V		- 54 -
5	CONCLUSIONES	- 54 -
CAPÍTULO VI		- 55 -
6	RECOMENDACIONES	- 55 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		- 56 -
ANEXOS		- 62 -

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ubicación del río La Sabana perteneciente al cantón Pasaje	- 20 -
Figura 2. Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT)	- 22 -
Figura 3. Mapa de los puntos de muestreo en el río La Sabana	- 33 -
Figura 4. Resultados del caudal en los 3 puntos de muestreos	- 34 -
Figura 5. Resultados del parámetro de la temperatura en los 3 puntos de muestreos.....	- 35 -
Figura 6. Resultados del parámetro de C.E en los 3 puntos de muestreos.....	- 36 -
Figura 7. Resultados del parámetro de la turbidez en los 3 puntos de muestreos	- 37 -
Figura 8. Resultados del parámetro del pH en los 3 puntos de muestreos	- 38 -
Figura 9. Resultados del parámetro del DBO5 en los 3 puntos de muestreos	- 39 -
Figura 10. Resultados del parámetro del DQO en los 3 puntos de muestreos.....	- 40 -
Figura 11. Resultados del parámetro del OD en los 3 puntos de muestreos	- 41 -
Figura 12. Resultados del parámetro de los nitritos en los 3 puntos de muestreos.....	- 42 -
Figura 13. Resultados del parámetro de los nitratos en los 3 puntos de muestreos	- 43 -
Figura 14. Resultados del parámetro de dureza en los 3 puntos de muestreos.....	- 44 -
Figura 15. Resultados del parámetro de cadmio en los 3 puntos de muestreos	- 45 -
Figura 16. Resultados del parámetro de hierro en los 3 puntos de muestreos	- 46 -
Figura 17. Resultados del parámetro de coliformes fecales en los 3 puntos de muestreos	- 47 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Contenido del Marco legal	- 11 -
Tabla 2. Pesos relativos de cada parámetro.....	- 28 -
Tabla 3. Criterios para el determinar el Subíndice de cada parámetro.....	- 29 -
Tabla 4. Categorización de los rangos del ICA para el uso agrícola.....	31
Tabla 5. Categorización de los rangos del ICA para el uso de pesca y vida acuática	32
Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo	- 33 -
Tabla 7. Resultados del parámetro material flotante en los 3 puntos de muestreos.....	- 37 -
Tabla 8. Resultados del ICA según al uso agrícola en los puntos de muestreos	- 47 -
Tabla 9. Resultados del ICA según al uso en pesca y vida acuática en los puntos de muestreos ...	- 48 -
Tabla 10. Plan de Manejo de Prevención de Impactos del Recurso Hídrico La Sabana	- 49 -
Tabla 11. Plan de Manejo de Monitoreo y Seguimiento del Recurso Hídrico La Sabana.....	- 52 -

LISTA DE FORMULAS

Ecuación 1: Fórmula de Caudal.....	- 22 -
Ecuación 2: Fórmula de Dureza.....	- 25 -
Ecuación 3: Fórmula de Sólidos Suspendidos.....	- 26 -
Ecuación 4: Fórmula de Sólidos Totales.....	- 26 -
Ecuación 5: Fórmula de Índice de Calidad del Agua	- 27 -

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. _____	- 62 -
Anexo 2. Tabla 3 y 4 de Criterios de calidad de agua para riego agrícola. _____	- 63 -
Anexo 3. Recolección de muestras _____	- 64 -
Anexo foto 4. Botellas Ambar _____	- 64 -
Anexo 5. Cooler _____	- 64 -
Anexo 6. Equipo Multiparamétrico _____	- 64 -
Anexo 7. Equipos para determinar la DQO _____	- 65 -
Anexo 8. Equipos para la determinación del DBO5 _____	- 65 -
Anexo 9. Equipos para la determinación de nitratos y nitritos _____	- 66 -
Anexo 10. Materiales para determinar Hierro (Fe) _____	- 67 -
Anexo 11. Equipo para determinar Cadmio (Cd) _____	- 67 -
Anexo 12. Equipo Turbidímetro _____	- 67 -
Anexo 13. Equipo para determinar Dureza _____	- 68 -
Anexo 14. Equipo Hanna HI991300 _____	- 68 -
Anexo 15. Equipos y materiales para determinar material flotante _____	- 69 -
Anexo 16. Equipos para determinación de coliformes fecales _____	- 69 -
Anexo 17. Número más probable de bacterias por 100 g (ml) del material analizado empleando 5 tubos inoculados con 10; 1; 0,1 ml o g de material _____	- 71 -

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los medios fundamentales en la naturaleza, está conformada por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O₂), no posee un color ni sabor lo que la hace insípida y en el medio ambiente se encuentra sólido, líquido, y gaseoso (Méndez & González, 2009). Nuestro planeta Tierra está compuesta del 97% de agua salada y el 2,5% líquido dulce distribuyéndose en varios sectores como pecuarios, industriales, agrícola, además del uso recreativo para piscinas, piletas, parques acuáticos y en el sector público en la generación de hidroeléctricas (UNESCO, 2020), lo que la hace indispensable para la tranquilidad de los seres humanos y su supervivencia (GreenFacts, 1991).

Es de fácil acceso en ríos, acuíferos de poca profundidad y lagos formando un único nombre de recursos hídricos, éstos a su vez son utilizados de manera inadecuada debido a la intervención que tiene el hombre en la naturaleza a través de las diferentes actividades que desempeña trayendo consigo cambios y alteraciones en los ecosistemas sin tomar en cuenta el daño que ocasiona al medio ambiente (UNESCO-WWAP, 2003).

Actualmente la contaminación del líquido vital es uno de los deterioros con más frecuencia afectando principalmente su calidad a través de las escorrentías agrícolas, urbanas, y descargas de efluentes industriales o domésticos. Cabe destacar que estos efectos están directamente dirigidos a los ecosistemas acuáticos, lo que dificulta en su mayoría la capacidad de autodepuración y alteración de sus funciones ecológicas como la disminución de las actividades fotosintéticas, el crecimiento excesivo de vegetación y la diversidad biológica (Monteluisa & Sanchez, 2021).

En el Ecuador la utilización de este líquido más su aprovechamiento están reconocidos en la carta magna, de acuerdo a los datos establecidos por la Secretaria del Agua, donde el 55.8% de las aguas son tratadas y el restante del 44,2% son de aguas residuales que de manera directa realizan sus depósitos en pozos sépticos o canales (Edwin, 2015).

No obstante los índices de contaminación de los recursos hídricos son altos y por ende ocasionan variaciones en las características físicas, químicas y biológicas del agua generando en la salud de la sociedad de nuestro país un impacto desfavorable que se puede ver afectada por las acciones antropogénicas que se despliegan cerca de los sistemas fluviales (Rosero Córdova, 2015).

En las zonas costeras del Ecuador uno de los principales inconvenientes ambientales es la contaminación del agua debido a que la misma no posee un servicio eficiente de tratamientos de aguas, el 95% de las aguas domesticas no tiene ningún tipo de tratamiento. Mientras que por otra parte la contaminación química se da por las descargas de aceites o combustibles que generan las diferentes industrias (Albornoz & Andrade, 2008).

En el sector agrícola el agua juega un papel muy importante debido a los impactos que genera sobre los recursos hídricos, que tienen relación con los escurrimientos que se utiliza para la irrigación y luego estas retornan a los cauces hídricos cargada de una serie de contaminantes (Cantuña Pazmiño, 2017), en este caso el uso inadecuado de los pesticidas en las diferentes zonas de cultivos provoca una elevada toxicidad que se filtra por los vertidos subterráneos y esta es distribuida a ciudades, pueblos o cantones para posteriormente ser destinadas a su consumo sin ningún tipo de tratamiento que proporcione una buena calidad (Pérez Fuentes & Gázquez, 2018).

El análisis del elemento mencionado fue reconocido a finales del siglo XIX, sin embargo este desarrolló se pausó debido a que el agua no se consideraba como el origen principal de un sinnúmero de enfermedades infecciosas y problemas ambientales, no obstante hoy en día la calidad del agua posee un rol importante que ha permitido evidenciar agentes o factores que alteran las condiciones del agua entre los que se destacan las sustancias químicas, orgánicas o inorgánicas, sedimentos o material suspendido, desechos sólidos, entre otras.

Actualmente se han establecido normativas con límites permisibles tomando en cuenta los diferentes enfoques a utilizar y analizar como los parámetros físicos, químicos y biológicos (Donis Mejicanos, 2008). Los usos que proporciona el agua son: doméstico, para riego y conservación de la vida acuática (Cantuña Pazmiño, 2017). Con respecto a la determinación, análisis y medición de cada uno de los parámetros se puede identificar el nivel de contaminantes en el agua y el daño que este ocasiona al medio ambiente y a poblaciones presentes y futuras (Monteluisa & Sanchez, 2021).

La actual investigación está planteada en la determinación, de la calidad del agua mediante el análisis físico, químico y biológico del río La Sabana que se encuentra ubicado en el cantón Pasaje, provincia de El Oro, en la parte norte de la parroquia Buenavista donde está considerada como zona de crecimiento urbano (Brito Zamba, 2016). En el presente la zona de estudio se evidencia actividades antrópicas como: plantaciones, viviendas y riego agrícola, este hecho viene ocurriendo durante varios años convirtiendo a este lugar como un receptor de desechos orgánicos e inorgánicos, aguas residuales provenientes de las viviendas, posibles enfermedades a la población asentada.

En este caso, primeramente se establece los puntos de monitoreo de recurso considerando tres puntos denominados antes, durante y después debido que se encuentra un flujo superficial del cual se desconoce su procedencia, partiendo principalmente por el análisis físico, químico y biológico del agua, realizándolo cada 15 días la toma de muestras durante un periodo de 3 meses para ser examinados en el laboratorio del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca.

Esto con el fin de obtener diferentes concentraciones con los parámetros a ser estudiados durante el tiempo programado, permitiendo identificar el grado de contaminación de este cuerpo hídrico y proponer un Plan de Manejo Ambiental, que contemple todos los requerimientos y programas necesarios para su correcto desarrollo en la gestión del recurso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General.

- Determinar la calidad del agua mediante parámetros físico, químicos y biológicos del recurso hídrico La Sabana para proponer el plan de manejo ambiental.

1.1.2 Específicos.

- Evaluar la zona de estudio mediante visitas in situ y revisión bibliográfica para establecer los puntos de monitoreo.
- Evaluar la calidad del recurso hídrico mediante análisis comparativos de los parámetros físicos, químicos y biológicos con la normativa para establecer los niveles de contaminación
- Proponer un plan de manejo ambiental considerando como base fundamental de los datos del monitoreo.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Agua

El agua cuya sustancia está ligada al desarrollo de nuestro planeta y su sustentabilidad (Ali & Zhang, 2019). Está conformado por dos átomos de hidrógeno y una de oxígeno, se sintetiza en una simple fórmula H₂O cuya relevancia e importancia es vital para el ser humano y la naturaleza debido a que dentro de ella se da la mayor parte de los procesos biológicos entre otros factores que son decisivos en los procesos físicos y químicos.

La mayor parte de la superficie de la tierra la conforman los océanos, glaciares, aguas superficiales, subterráneas y casquetes polares todo esto se lo conoce con el nombre de hidrosfera. Se calcula que agua tiene un volumen en la hidrosfera de 1.386 millones de km³, de este el 96,5% está en los océanos, el 30% en aguas subterráneas (García & Sánchez, 2016).

2.1.1 Fuentes hídricas

Las fuentes hídricas son cuerpos de aguas que se forman de manera interconectada o independiente que se encuentran presentes en el planeta, se conoce con el nombre de unidades territoriales para la gestión de recursos hídricos como agua de mar, subterránea, superficial, río, lagos y arroyos (Dourojeanni Axel, 2002).

- a) **Agua subterránea:** Estas aguas se encuentran bajo la superficie terrestre es decir en el suelo y se colecta mediante filtraciones o galerías de drenaje (Ordoñez Gálvez, 2011).
- b) **Agua superficial:** Es la que circula libremente en la superficie a diferencia del agua subterránea (Hernández & Nélide, 2018).
- c) **Agua de río:** Es un flujo superficial que desembocan en su mayoría en lagos o mares, pero se lo conoce comúnmente como un flujo y que de foja de una cuenca de modo natural (Hernández & Nélide, 2018).
- d) **Agua de arroyos:** Caudales cortos pero continuos que se derivan de ríos, sus características fisicoquímicas suelen ser similares a la de los ríos (Groot, 2017).

2.2 Importancia del agua

El agua es un elemento fundamental en la sobrevivencia de los seres humanos como en los animales sobre todo en aquellos que habitan en los ecosistemas acuáticos sin dejar de lado los que habitan en los ecosistemas aeroterrestre, además es empleada y utilizada en una serie de actividades tales como: industrial, agrícolas y domésticas que se detallan a continuación (Bertrán & Fernández, 2010).

2.2.1 Actividad industrial

Es una de las acciones directas causante de la contaminación del agua, conocidas con el nombre de "aguas de contacto" por lo que presentan afectaciones día a día en la naturaleza debido a la presencia de desechos derivados de las industrias mineras, alimentarias, manufactureras entre otras, mismas que contiene en su interior químicos, sustancias tóxicas y peligrosas que luego son arrojados a cualquier cuerpo hídrico cercano como desechos ocasionando la muerte de seres vivos, de ecosistemas acuáticos y de generar impactos negativos y graves al ecosistema (Peña & Meza, 2021).

2.2.2 Actividad agrícola

El agua tiene un papel muy importante debido al impacto que ocasiona en la producción de alimentos por lo que requieren de abundantes cantidades de agua para su óptimo desarrollo (Villalobos & García, 2017). En los últimos tiempos se ha evidenciado la contaminación por una serie de productos químicos por lo cual viene generando alteraciones ambientales, esto se da por la aplicación de plaguicidas, herbicidas o fungicidas que requieren algunas plantaciones para protegerse de cualquier tipo de plaga o enfermedades ocasionando la contaminación del agua por el efecto de arrastre que este tiene a través de los campos de cultivos (Castillo Bessy, 2020).

2.2.3 Actividad doméstica

Son aquellas aguas que tienen microorganismos patógenos, nutrientes y materia orgánica, además de otros contaminantes emergentes como fármacos, disruptores endocrinos y productos farmacéuticos, esto se debe a cambios que existen en las prácticas familiares como el crecimiento poblacional que ocasiona un mayor índice de contaminación y utilización de productos con mayores sustancias químicas peligrosas para el medio ambiente (Bokova & Ryder, 2017).

2.3 Contaminación del agua

No es otra cosa más que el acto de introducir sustancias tóxicas o peligrosas en un cuerpo hídrico de manera directa o indirecta causando cambios y alteraciones en su calidad y composición (Gil & Soto, 2012). De acuerdo al autor (Ramos Escamilla, 2016) define que la contaminación del agua es simplemente un cambio físico, químico y biológico que causa afectaciones en la salud y al mismo tiempo al cambio climático.

2.3.1 Afecciones en la salud

Existe una estrecha relación entre la contaminación y la salud, en su mayoría estas afecciones provienen a priori de las aguas sin un tratamiento previo y que además contiene microorganismos patógenos de los cuales se genera una serie de enfermedades infecciosas e incluso riesgosas para adultos mayores, niños y jóvenes que se benefician de estas aguas para su consumo en la preparación de alimentos, usos recreativos y cultivos. Una de las enfermedades asociadas al consumo del agua o alimentos contaminados es la Hepatitis A, fiebre tifoidea, diarrea, oxiurus entre otras. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) aproximadamente 2 millones de

personas mueren en el planeta en especial infantes menores de 5 años producto de estas enfermedades generadas por la contaminación del agua (Porta et al., 2017).

2.3.2 Afecciones en el cambio climático

Los recursos hídricos son parte importante del cambio climático debido a que se ve afectado el ciclo hidrológico como los cambios en la precipitación, temperatura, carga de sedimentos, nutrientes, residuos tóxicos, lo que genera alteraciones en la estructura del agua e impide realizar su ciclo hidrológico de manera natural (Suarez Murillo, 2020).

2.4 Calidad del agua

Permite analizar aguas superficiales o subterráneas que se encuentran afectadas por la intervención del hombre en el crecimiento poblacional, sumado al aumento de la actividad industrial y el cambio climático, que están generando un deterioro al medio ambiente. Por ello la calidad del agua no se vería afectada en ninguna de sus composición física, química y biológica sin estas amenazas constantes (Frías & Montilla, 2016). Sin embargo el estudio realizado por (Gertrudis Quispe, 2016) expresan que la calidad del agua debe solo garantizar y asegurar un agua libre de contaminación.

2.5 Análisis de calidad del agua

Está delimitada por los parámetros físicos, químicos, biológicos y radioactivos evaluadas mediante diferentes parámetros dependiendo su aprovechamiento, conservación de ecosistemas y uso, para luego estos resultados ser comprados con los valores de referencia que son reconocidos en el Código Orgánico Ambiental, en donde se primeriza el cumplimiento de los derechos del agua y de la naturaleza (SENAGUA, 2016).

2.6 Caudal (Q)

Este es el volumen de agua que destila mediante una sección transversal, se la computa en unidades de volumen por tiempo (m^3/s o L/d). Existen varios tipos de métodos y la selección depende únicamente de las circunstancias en la que se encuentre el sitio de estudio en donde se puede aplicar los métodos como: volumétrico, medidor de Parshall, vertederos y orificios y el de sección-velocidad, calculando la velocidad con flotador o molinete (Alvarado, 2017).

2.6.1 Método de sección y velocidad

Con el método sección se determina el área de cuerpo hídrico, mientras que la velocidad consiste en establecer la rapidez del agua de un punto inicial hasta un punto final en un determinado tiempo (Alvarado, 2017).

2.7 Parámetros físicos

Aquellos que proporciona un cambio de aspecto estético en el agua, esto a causa de las sustancias disueltas que son de fácil y rápida medición (Herberhold & Rheingold, 2007) entre los que está: caudal, temperatura, pH, conductividad eléctrica, turbidez, y olor.

2.7.1 Temperatura

Es el calor que pasa de un cuerpo o sistema y que es trasladada al ambiente de forma acelerada o lenta, cuando existe la presencia de estos cambios con respecto a la temperatura la cantidad de nutrientes se ve sujeta a la reducción de solubilidad de los gases (Marilyn & Peña, 2016) y que por lo general esto influye en los procesos de absorción de oxígeno, actividad biológica, desinfección, floculación, formulación de depósitos, filtración y sedimentación. Cuya unidad se expresa en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F) (Frías & Montilla, 2016).

2.7.2 Conductividad eléctrica (C.E)

Son las corrientes eléctricas que se expresan en micro Siemens por centímetro, se la utiliza para determinar la densidad de las sales diluidas en el agua y a su vez está relacionada con los sólidos disueltos totales (Gertrudis Quispe, 2016) en función de la concentración total, presencia de iones, concentraciones relativas, movilidad y temperatura (Frías & Montilla, 2016).

2.7.3 Turbidez

Genera la presencia de materiales suspendidos divididos en materia orgánica, arcilla, partículas de sílice y limo (Frías & Montilla, 2016). No se considera permitido el consumo del agua por debajo de 1 NTU (Cantuña Pazmiño, 2017) por lo que pretende un cálculo rápido de fácil interpretación y económica. La turbidez tiene una procedencia inorgánica debido a la presencia de erosión en las cuencas hídricas, la cual contribuye sedimentos en los cauces (Peñafiel Romero, 2014).

2.7.4 Material Flotante

El material flotante se lo encuentra en dos tipos, el primero en partículas que contiene grasas y segundo en elementos líquidos que se dispersan en grandes áreas de agua es visible y su transportación se da mediante el viento el cual contiene virus patógenos o bacterias (Crombet Grillet & Pérez Pompa, 2013).

2.7.5 Olor

No preexisten instrumentos que determinen su olor, por lo que se obtiene mediante los análisis, entre las que se destacan los compuestos orgánicos que son generados por bacterias, algas, plancton, descomposición de la materia orgánica y desechos industriales (Peñafiel Romero, 2014).

2.8 Parámetros químicos

2.8.1 Potencial de hidrógeno (pH)

Mide la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido con el fin de determinar la acidez que puede ser producida por actividades antropogénicas o naturales, cuando se tiene un pH de 7 su rango es promedio y cuando es menor a 7 indica acidez (Cantuña Pazmiño, 2017).

2.8.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Son microorganismo que requieren de oxígeno para degradar la materia orgánica biodegradable, las cuales se encuentran en aguas residuales (Cantuña Pazmiño, 2017). Mientras que (Frías & Montilla, 2016) dice que el DBO₅ necesita tener un lapso de 5 días a temperatura de 20°C.

2.8.3 Demanda química de oxígeno (DQO)

Presente en las aguas superficiales o residuales a través del uso de dicromato de potasio y oxigena químicamente la materia orgánica e inorgánica (Cantuña Pazmiño, 2017). Para obtener los resultados del DQO su tiempo es de aproximadamente 3 horas y tiene relación con el DBO₅ (Frías & Montilla, 2016).

2.8.4 Oxígeno disuelto (OD)

Cantidad de oxígeno en un recurso hídrico, es beneficioso para el subsistir de la vida acuática cuando posee un nivel bajo de oxígeno disuelto en aguas residuales indica que el agua posee una alta carga orgánica (Frías & Montilla, 2016).

2.8.5 Nitritos/Nitratos

Se oxidan por nitro bacterias que forman los nitratos que se utilizan como fertilizantes en plantas y se encuentran en mayor concentración en las aguas subterráneas ya que el suelo no los filtra ni los retiene (Frías & Montilla, 2016). A diferencia del nitrito en donde su ion que contiene sales o esteres son parte del ácido nitroso convirtiéndolas de color amarillo y en su estructura en cambio está dada por un átomo de nitrógeno junto a dos de oxígeno (Aduato Ureta, 2017).

2.8.6 Dureza

Se produce de modo natural debido a la desintegración de formaciones rocosas en el suelo. se ocasiona por la permanencia de algún catión bivalente de Ca⁺² y Mg⁺². Se mide por titulación y se expresa en mg/l de CaCO₃ (Peñafiel Romero, 2014).

2.8.7 Cadmio (Cd)

Es un metal pesado que se logra de los procesos de los metales cobre (Cu) y zinc (Zn) como un subproducto. Se ven en aumento en la actividad minera y en aguas superficiales y subterráneas ocasiona una discrepancia entre las aguas saladas y dulces. En donde las aguas saladas el cadmio junto con el cloro forma una gran cantidad de sales y mientras que en las aguas dulces actúa de forma insoluble como el carbonato (Ortiz Sánchez, 2017).

2.8.8 Hierro (Fe)

Es un metal que se encuentra en las aguas generalmente por la disolución de minerales y rocas que contienen (Fe), ocasionando una variación en sus valores en función a las actividades antropogénicas y condiciones geográficas (J.Guillen, 2021). En las fuentes subterráneas existen concentraciones de Hierro ferroso que es expuesto al ácido hipocloroso y al oxígeno del aire, en cambio el hierro férrico ofrece un color y sabor desagradable en el agua (Mora et al., 2018).

2.9 Parámetros biológicos

Son aquellos parámetros que se encuentran afines con el consumo del agua cuya importancia reside en la determinación y descomposición microbiana. Dentro de este el principal grupo de microorganismos presentes pertenece a las bacterias (Fraga, 2021).

2.9.1 Coliformes fecales

Es el cuarto miembro del género que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, se las monopoliza como indicadores subrogantes en ausencia de *Escherichia coli* que sirven para demostrar contaminación en aguas negras (León Suárez, 2017).

2.9.2 Escherichia coli (E. coli)

Germen patógeno gran negativo, se encuentra en los humanos en su flora intestinal y animal de forma inocua en el lumen intestinal. Existen diferentes tipos de E.coli que causan diarrea u otras enfermedades entéricas pero la más común es aquella situada en los intestinos por lo que desempeña un importante papel en el cuerpo al momento de digerir alimentos (Canata et al., 2016).

2.10 Monitoreo

Es una forma de recopilación de datos en diferentes periodos de tiempo, se realiza mediante visitas in situ las cuales pueden ser verificadas mediante fotografías con el fin de observar los cambios existentes en el sitio de estudio y proceder al análisis de la información (Aguilar-Garavito & Ramirez, 2015).

2.10.1 Monitoreo de la calidad de agua

Son aquellos parámetros físicos, químicos y biológicos que requieren ser analizados con la intención de llegar a conocer las fluctuaciones y estado del agua de una forma continua o puntual (Ahmed & Kit, 2017), esto ayuda a evaluar si los impactos generados en el agua son aptos o no para su uso y distribución. Por ello primero se debe reconocer los impactos de las distintas actividades que se ejecutan en los ríos (González & Saldarriaga, 2008) puesto que el agua es uno recurso utilizado por la población y que mediante un monitoreo se puede llegar a concientizar sobre qué ocurre con este recurso (Rodrigo Herrera & Pachecho Mollinedo, 2018).

2.10.2 Monitoreo de bioindicadores

Evalúan la calidad y deterioro ambiental de un ecosistema acuático, para ello se debe seleccionar una comunidad de bioindicadores de calidad de agua en donde no solo se analice los parámetros físicos y químicos, sino que también se valore la existencia de los macroinvertebrados que se encuentran en ese determinado espacio y tiempo en el cuerpo hídrico y los cuales producen cambios y alteraciones manera natural o antrópica (Aguilar-Garavito & Ramirez, 2015).

2.11 Índice de Calidad del Agua (ICA)

Es una versión más actualizada del Water Quality Index (WQI) que en español viene a ser conocido como Índice de calidad de agua (ICA), la cual fue desarrollada por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU con el único propósito de crear un nuevo sistema de comparación de ríos (Limon & Webb, 1964). Su importancia radica en la agrupación simplificada de algunos parámetros que son empleados como indicadores para determinar la calidad del agua (Vizcaíno León, 1974), es decir la reducción de la naturaleza multivariada que se exhiben en los análisis a un valor único y saber de manera veloz cual es el grado de contaminación del sistema monitoreado de acuerdo a sus colores (Quiroz, Elena, & Menéndez, 2017).

2.12 Límites permisibles

Es el grado de concentración de un parámetro físico, químico y biológico o de una sustancia que caracterizan a una emisión o afluente que al ser excedida causa daños al medio ambiente, a la salud y al bienestar humano. Su determinación está dada por el Ministerio del Ambiente y a la vez su exigencia legal (Ministerio del ambiente del Perú, 2021).

2.13 Contaminación de la zona de estudio

El río La Sabana pertenece a la microcuenca del río Palenque que se ubica en el cantón Pasaje, Provincia de El Oro, en la parte norte de la parroquia Buenavista donde está considerada como zona de crecimiento urbano (Brito Zamba, 2016). Por tal motivo en dicha zona de estudio se evidencia actividades antrópicas como: plantaciones agrícolas, granjas porcinas que han convertido a este cuerpo hídrico como un lugar de recepción de desechos orgánicos e inorgánicos, animales muertos, y que su vez la población ante el desconocimiento de este impacto ambiental utilizan las aguas de este cuerpo hídrico como uso recreativo y riego agrícola pudiendo causar enfermedades a la salud y daños graves al medio ambiente.

2.14 Plan de Manejo Ambiental

Es donde se toman en cuenta los niveles sociales, físicos y bióticos con mayor relevancia, en el caso del nivel biótico es identificar los impactos ambientales negativos que se estén proporcionando en áreas de forma indirecta o directa, por lo cual se establece medidas destinadas a la mitigación, conservación y restauración del medio todo esto con la finalidad de promocionar el cuidado y protección de los recursos naturales. Por esta razón un plan de manejo debe constar de varios

programas en cada una de sus fases de construcción, operación y mantenimiento (Ormaza Coronel, 2019).

2.15 Marco Legal

Con respecto al marco legal, se describen en la tabla 1 todas las normativas vigentes en el Ecuador con énfasis a la investigación realizada.

Tabla 1. Contenido del Marco legal

Marco Legal
Constitución de la República del Ecuador 2008
<p>“Capítulo II: Derechos del Buen Vivir”</p> <p>“Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).</p>
<p>“Capítulo VII: Derechos de la naturaleza”</p> <p>“Art 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, función y procesos evolutivos” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).</p> <p>“Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).</p> <p>“El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).</p>
Título VII: Del Régimen del Buen Vivir
<p>“Capítulo II: Biodiversidad y Recursos Naturales”</p> <p>“Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales”:</p> <p>“1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de</p>

regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“3. El Estado garantizará la participación y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“La responsabilidad por daños ambientales es objetiva, todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad

de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“Sección Sexta: Agua”

“Art 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)

“Título III “Gobiernos Autónomos Descentralizados”

“Capítulo III “Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal”

“Art. 54 Funciones. - Son funciones del gobierno descentralizado municipal las siguientes:

a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales”

k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales” (Codigo Organico De Organizacion Territorial, 2019).

“Art. 55 Competencias Exclusivas del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

a) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.

b) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (Codigo Organico De Organizacion Territorial, 2019).

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA)

“TITULO VI: REGIMEN FORESTAL NACIONAL”

“CAPITULO IPATRIMONIO FORESTAL NACIONAL”

“Art. 88.- Ámbito. Se instituye el Régimen Forestal Nacional como un sistema destinado a promoverla conservación, manejo, uso sostenible y fomento del Patrimonio Forestal Nacional, así como sus interacciones ecosistémicas, en un marco de amplia participación social y contribución eficaz al desarrollo sostenible, especialmente en el ámbito rural” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“CAPITULO VIII: OTROS INSTRUMENTOS DE GESTION Y CONTROL”

“Art. 130.- Certificación forestal voluntaria. El Régimen Forestal Nacional promoverá la certificación forestal voluntaria, a través de sistemas reconocidos nacional o internacionalmente, como un mecanismo para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica de las operaciones forestales, según los estándares más exigentes” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 132.- Genética forestal. El establecimiento de bancos de germoplasma forestal, huertos semilleros, jardines botánicos y viveros forestales, así como la adquisición, importación, almacenamiento y tratamiento de semillas forestales y cualquier otro tipo de material genético, están sujetos a los controles que determinen las autoridades competentes” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 134.- Procesamiento y comercialización. La Autoridad Ambiental Nacional, la Autoridad Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Autoridad Nacional de Industrias y Productividad deberán regular, fomentar y controlar los planes o programas específicos para la optimización del procesamiento de la madera o de los productos forestales, con el objeto de minimizar el desperdicio y maximizar la calidad; por lo que cooperarán eficazmente con los productores, en la identificación de nichos de mercado más favorables para los diversos productos. Se

incentivará el desarrollo y la adquisición de maquinaria y equipos que cumplan con los fines del presente artículo, los cuales formarán parte de los beneficios a la producción más limpia, de conformidad con la ley” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 136.- Plagas y enfermedades. Las entidades y organismos del Régimen Forestal Nacional, en coordinación con las entidades competentes, ejecutarán medidas fitosanitarias, actividades de prevención, detección, monitoreo, control y erradicación de plagas y enfermedades forestales” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“LIBRO TERCERO: DE LA CALIDAD AMBIENTAL”

“TITULO I: DISPOSICIONES GENERALES”

“Art. 158.- Ámbito. El presente libro regula los instrumentos, procedimientos, mecanismos, actividades, responsabilidades y obligaciones públicas y privadas en materia de calidad ambiental” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 159.- Carácter sistémico de las normas ambientales. Las normas ambientales serán sistémicas y deberán tomar en consideración las características de cada actividad y los impactos que ellas generan. El diseño, la elaboración y la aplicación de las normas ambientales deberán garantizar la calidad de los componentes físicos del ambiente, con el propósito de asegurar el buen vivir y los derechos de la naturaleza” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“CAPITULO IV: DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA REGULARIZACION AMBIENTAL”

“Art. 177.- De la información de los proyectos, obras o actividades que puedan afectar al ambiente. La autorización administrativa emitida por la Autoridad Ambiental Competente deberá incorporarse inmediatamente al Sistema Único de Información Ambiental. Las autorizaciones emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional son de acceso público, de conformidad con la ley” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 178.- De las guías de buenas prácticas ambientales. Los operadores de actividades cuyo impacto no es significativo, no tendrán obligación de regularizarse. En este caso, la Autoridad Ambiental Nacional dictará guías de buenas prácticas. Los operadores de proyectos, obras o actividades de impacto ambiental bajo, para su regularización ambiental, requerirán de un plan de manejo ambiental específico para estas actividades, de conformidad con la normativa secundaria que se expida para el efecto” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 179.- De los estudios de impacto ambiental. Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos. Los estudios deberán contener la descripción de la actividad, obra o proyecto, área geográfica, compatibilidad con los usos de suelo próximos, ciclo de vida del proyecto, metodología, herramientas de análisis, plan de manejo ambiental, mecanismos de socialización y participación ciudadana, y demás aspectos previstos en la norma técnica. En los casos en que la Autoridad Ambiental Competente determine que el estudio de impacto ambiental no satisface los requerimientos mínimos previstos en este Código, procederá a observarlo improbarlo y comunicará esta decisión al operador mediante la resolución motivada correspondiente” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 180.- Responsables de los estudios, planes de manejo y auditorías ambientales. La persona natural o jurídica que desea llevar a cabo una actividad, obra o proyecto, así como la que elabora el estudio de impacto, plan de manejo ambiental o la auditoría ambiental de dicha actividad, serán solidariamente responsables por la veracidad y exactitud de sus contenidos, y responderán de conformidad con la ley” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 181.- De los planes de manejo ambiental. El plan de manejo ambiental será el instrumento de cumplimiento obligatorio para el operador, el mismo que comprende varios sub-planes, en función de las características del proyecto, obra o actividad. La finalidad del plan de manejo será establecer en detalle y orden cronológico, las acciones cuya ejecución se requiera para prevenir, evitar, controlar, mitigar, corregir, compensar, restaurar y reparar, según corresponda. Además, contendrá los programas, presupuestos, personas responsables de la ejecución, medios de verificación, cronograma y otros que determine la normativa secundaria” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“CAPITULO V: CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIOTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIOTICOS”

“Art. 190.- De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas. Las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección, conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, o que impida su restauración” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto. Se dictarán y actualizarán periódicamente las normas técnicas, de conformidad con las reglas establecidas en este Código. Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información, así como la investigación sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

“Art. 192.- De la calidad visual. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados competentes controlarán que las obras civiles que se construyan en sus circunscripciones territoriales guarden armonía con los lugares donde se las construya en especial de los espacios públicos, con el fin de minimizar los impactos visuales o los impactos al paisaje, de conformidad con la normativa expedida para el efecto” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

“TÍTULO I DISPOSICIONES PRELIMINARES “

“CAPÍTULO I DE LOS PRINCIPIOS”

“Artículo 2.-Ámbito de aplicación. La presente Ley Orgánica regirá en todo el territorio nacional, quedando sujetos a sus normas las personas, nacionales o extranjeras que se encuentren en él “(Nacional, 2014).

“Artículo 3.-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 o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución” (Nacional, 2014).

“Artículo 6.-Prohibición de privatización. Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjera” (Nacional, 2014).

“TÍTULO III DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES”

“CAPÍTULO I DERECHO HUMANO AL AGUA”

“Artículo 57.-El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura. Forma parte de este derecho el acceso al saneamiento ambiental que asegure la dignidad humana, la salud, evite la contaminación y garantice la calidad de las reservas de agua para consumo humano. Su gestión será exclusivamente pública o comunitaria. No se reconocerá ninguna forma de apropiación o de posesión individual o colectiva sobre el agua, cualquiera que sea su estado” (Nacional, 2014).

Acuerdo Ministerial 097-A – 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

“4. Clasificación”

“4.1 Criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos”:

“1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“2. Criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“4. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“5. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“6. Criterios de calidad para aguas de uso estético” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“5. Desarrollo”

“5.1 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, marítimas y de estuarios. La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“a. Consumo humano y uso doméstico” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“b. Preservación de la vida acuática y silvestre” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“c. Uso Agrícola o de riego” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“d. Uso Pecuario” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“e. Uso Recreativo” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“f. Uso Estético” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“5.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, y en aguas marinas y de estuarios” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“5.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“5.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario, se presentan en la TABLA 2 reflejándola en el anexo 1” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“5.1.3 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego”

“Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes” (Ministerio del Ambiente, 2015).

“Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad. Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan en la TABLA 3 detallándola en el anexo 2” (Ministerio del Ambiente, 2015).

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El recurso hídrico La Sabana pertenece a la microcuenca del río Palenque que se ubica en el cantón Pasaje, Provincia de El Oro (Figura 1) en la parte sur del Ecuador con una altitud que varía entre los 800 a 1.000 ms.n.m. Cuyas condiciones climatológicas anuales de la temperatura son de 20-35 °C y con precipitaciones entre 600 y 1.200 mm (GAD, 2019).

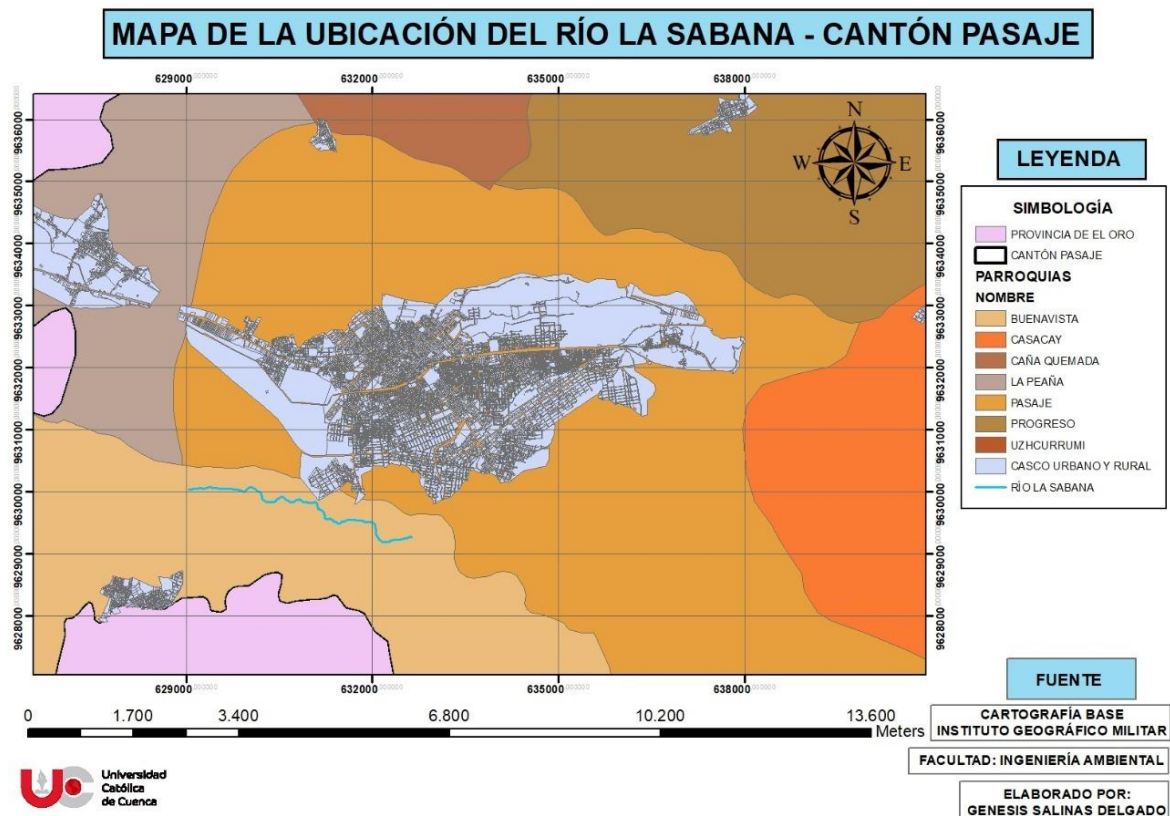


Figura 1. Mapa de la ubicación del río La Sabana perteneciente al cantón Pasaje

Fuente: Elaboración propia

3.2 Desarrollo Metodológico

La metodología utilizada fue teórica experimental cumpliendo con los objetivos tanto general como específicos del trabajo planteado desarrollándose en las siguientes etapas como: el establecimiento de los puntos de monitoreo, recolección de muestras, parámetros in situ, parámetros ex situ, índice de calidad ambiental (ICA) y la elaboración del plan de manejo ambiental.

3.2.1 Establecimiento de los puntos de monitoreo

Para determinar los alcances de los puntos de monitoreo se fundamentó en los criterios de (Barreto Sáenz, 2010):

- a) **Accesibilidad:** Los puntos de muestreo fueron ubicados fácilmente accesibles para rutas peatonales y vehiculares.
- b) **Representatividad:** Los puntos fueron representativos, lo que consideró las características de la porción de agua lo que significa que la porción de agua debe mezclarse completamente en el sitio de muestreo, en particular en términos de velocidad, aspecto del borde físico del agua y turbulencia, asegurando de que la muestra sea lo más uniforme posible.
- c) **Seguridad:** Los puntos de monitoreos escogidos presentaron seguridad al muestreador, lo que minimizó el riesgo de posibles accidentes, además del uso de equipos de protección.

3.2.2 Recolección de la muestra

Los muestreos se realizaron en los meses de marzo – junio del año 2022 durante estos se consideraron parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar en estos la concentración en la zona estudiada demostrando cual es la calidad del agua.

Por ello, se utilizó una tasa de frecuencia quincenal teniendo un total de 6 monitoreos para el periodo anteriormente mencionado (Novillo & Adrián, 2020).

3.2.3 Consideraciones para la toma de muestra

Según lo establecido por la normativa (INEN 2169: 2013) la toma de muestras debe cumplir con lo siguiente:

- El muestreo se llevó a cabo en la mitad del río, debido a que existe mayor presencia de homogenización del agua.
- Los recipientes fueron lavados y enjugados con el agua que se muestreo.
- La toma de las muestras se hizo a un calado medio y contra corriente.
- Se utilizó vestimenta apropiada como botas de caucho para evitar accidentes como se muestra en el (Anexo 3).
- Se selló los envases debajo del agua para evitar la presencia de oxígeno (burbujas) que ocasiona alteraciones en las muestras.

3.2.4 Conservación y etiquetado de muestras

Se empleó botellas de vidrio ámbar con boca angosta detallada en el (Anexo 4), para evitar la entrada de aire y formación de burbujas, así como también la exposición de la luz como lo indica la normativa (INEN 2169: 2013). De igual forma se procedió al etiquetado entre los diferentes puntos para evitar errores o confusiones entre las mismas.

Una vez obtenidas las muestras en el cuerpo hídrico, se llevó a almacenarlas en un cooler (Anexo 5) el cual permitió mantenerse al interior una temperatura por debajo de los 5 °C conservando así la calidad de las mismas para sus respectivos estudios en el laboratorio.

3.2.5 Parámetros in situ

Los parámetros in situ que se identificaron en la zona estudiada fueron los siguientes: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, pH y caudal, donde se determinó con el equipo multiparamétrico de la marca Flexi HQ30d procedente de la Universidad Católica de Cuenca (Anexo 6). Mientras que para el caudal se utilizó el método de sección – velocidad donde se relaciona el área con velocidad.

$$Q = A * V$$

Ecuación 1: Fórmula de Caudal

Donde:

Q = Caudal en m³/s

A = Área de la sección transversal en m²

V = Velocidad media del agua en m/s

3.2.6 Parámetros ex situ

Para la observación de las muestras recolectadas se desarrolló en el laboratorio del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca como indica en la figura 2, donde se evalúa la calidad del recurso hídrico mediante análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos para establecer los niveles de contaminación y proponer un plan de manejo ambiental considerando como base los datos del monitoreo. Con respecto a los parámetros ex situ, se definieron los siguientes: DQO, DBO₅, nitritos, nitratos, turbidez, dureza, cadmio, hierro, material flotante y coliformes fecales.



Figura 2. Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT)

Fuente: Google Earth 2020

3.2.7 Método de análisis en el laboratorio

Los métodos de análisis de laboratorio se realizaron aplicando las técnicas analíticas adecuadas para cada parámetro, basándose en los métodos establecidos por (Baird Rodger, 2017).

3.2.7.1 DQO

Para la determinación de la DQO se utilizaron los siguientes materiales y equipos como: probeta, viales para DQO de rango bajo COD3-150 mg/L Gama, un termo reactor de marca Hach DBR 200 y espectrofotómetro portátil DR-1900 (Anexo 7). En cuanto al procedimiento para la determinación fue el siguiente:

- Se encendió el equipo termo reactor para que caliente y llegue a una temperatura de 150°C.
- Luego se procedió a identificar cada vial por punto.
- Se retiró la tapa de cada vial y se agregó 2 ml de cada muestra en los viales con un pipeteador.
- Se ubicaron las tapas y después se agito el vial con mucho cuidado.
- Se colocaron los viales al termo reactor a una temperatura de 150°C por 2 horas.
- Transcurrido el periodo necesario se procedió a pagar el equipo y a su vez se dejó enfriar el vial con las muestras respectivas.
- Para finalizar se procedió a la lectura dio paso a la lectura de los viales en donde se utilizó el espectrofotómetro portátil DR/1900, con la opción lectura de DQO de bajo rango.

3.2.7.2 DBO₅

Para la determinación del DBO₅, se utilizaron los siguientes materiales: probetas de 500 ml, botellas ámbar, inhibidor de nitrato, pastillas de hidróxido de potasio y buffer y un equipo respirométrico de marca HACH BOADTrak™ II (Anexo 8). Con todos los equipos mencionados anteriormente, el procedimiento que se realizó fue:

- En las tres probetas se colocó 464 ml de agua de cada muestra, que luego fueron colocadas en cada uno de las botellas ámbar.
- Se etiquetó los diferentes puntos para evitar confusiones.
- Se le añadió a cada una un agitador magnético más un sobre de respirométrico de BO₂.
- Se colocó 0,5 ml de inhibidor de nitrato.
- En los capuchones se colocó dos pastillas de hidróxido de potasio.
- Posteriormente las muestras fueron colocadas en el equipo respirométrico de marca HACH BOADTrak™ II durante 5 días.

3.2.7.3 Nitritos y nitratos

Para determinar la presencia de nitritos y nitratos se utilizaron materiales como tres tubos de ensayos, pipeteador, reactivos y el equipo espectrofotómetro de marca HACH DR/1900 como se observa en los (Anexo 9). Dicho procedimiento realizado se detalla de la siguiente manera:

- Se colocó en los tubos de ensayos 10 ml de agua con la ayuda de un pipeteador
- Se diluyó el reactivo de nitratos y nitritos en los tuyos mediante agitación
- Se dejó reposar durante 5 minutos.
- Y finalmente fue llevado al equipo espectrofotómetro marca HACH DR/1900 para su respectiva medición.

3.2.7.4 Hierro ferroso

Para la medición del hierro ferroso se utilizaron tres tubos de ensayo, probetas de 100ml, vasos de precipitación, reactivos y el espectrofotómetro HACH DR/1900 (Anexo 10), de acuerdo con los materiales destacados se procedió a realizar el respectivo análisis:

- Se colocó en los tubos de ensayos muestras de agua de 25 ml.
- Luego estos fueron trasladadas a los vasos de precipitación, se agregó el reactivo en las muestras.
- Se diluyó los reactivos mediante la agitación de los mismos.
- Se pasó las muestras de los vasos de precipitación a los tubos de ensayos.
- Se dejó reposar durante 2 minutos.
- Fue llevado al equipo espectrofotómetro HACH DR/1900 para su medición.

3.2.7.5 Cadmio

Para la determinación del cadmio se utilizaron los siguientes materiales y equipo; una pipeta de 1 ml, viales TNT852 A y B, y el espectrofotómetro HACH DR/1900 (Anexo 11). Por ello, se detalla los siguientes pasos con los que se pudo obtener este parámetro:

- Primero se le colocó a cada reactivo el número de cada punto.
- Luego se midió cada reactivo con en el espectrofotómetro sin viales
- Se colocó 0,5 ml del vial B en cada reactivo para su medición.
- Luego de obtener los datos de la medición se sacó 1ml de muestras de agua con la pipeta
- Se colocó a esas muestras 4ml de vial A
- Luego se agito durante 30 segundos y se procedió a la medición de cadmio en el espectrofotómetro teniendo como resultado el cambio de color entre los diferentes puntos de monitoreo.

3.2.7.6 Turbidez

Con la ayuda del turbidímetro de marca HACH/2100Q (Anexo 12), facilito la medición de la turbidez, se colocó un volumen de muestras de 10 ml de agua por cada punto, identificando los diferentes puntos para evitar confusiones y finalmente se procedió a la introducción de cada recipiente en el turbidímetro para la respectiva medición.

3.2.7.7 Dureza

Para obtener la dureza de los tres diferentes puntos de monitoreo se emplearon tres vasos de precipitación, un soporte universal con una pinza de doble brazo, reactivo, agua destilada (Anexo 13). Esto permitió para el análisis de dicho parámetro, demostrando el respectivo procedimiento:

- Se colocó 100ml de agua de los tres puntos en los vasos de precipitación
- Se colocó el reactivo indicador de dureza y 0,5ml de solución de tampón
- Se diluyo el indicador de dureza a través de agitación y se dejó reposar
- La bureta fue llenada al ras con el reactivo titulante.
- Se dejó caer gotas sobre las muestras lo que verifíco el cambio de color para su respectiva medición.

Para determinar su concentración se usó la siguiente expresión matemática:

$$\text{Dureza} = \frac{\text{Neta} \cdot \text{Veta} \cdot \text{mEq}(\text{CaCO}_3) \cdot 1000 \cdot 1000}{V \text{ muestra}}$$

Ecuación 2: Fórmula de Dureza

Donde:

Neta= Constante de reactivo titulante

Veta= Volumen del reactivo titulante

mEq= Equivalente químico

Vmuestra= Volumen de la muestra

3.2.7.8 Materia Flotante

3.2.7.8.1 Sólidos disueltos

Para determinar sólidos disueltos en las muestras de aguas se utilizó vasos de precipitación y equipo Hanna HI991300 (Anexo 14).

- Se ubicó en cada vaso de precipitación 10ml de agua de las tres muestras.
- Luego se procedió a tomar la mediación con el equipo de Hanna dentro de los vasos de precipitación.

3.2.7.8.2 Sólidos suspendidos

Para este parámetro se utilizó el equipo de filtración, una estufa, un desecador, capsulas de porcelanato, probetas, pesa y un filtro de nitrocelulosa como se observan en los (Anexos 15).

- En cada capsula de porcelanato se colocó un filtro de nitrocelulosa.
- Fue llevado a la estufa por 15 minutos a 105 C.
- Luego con mucho cuidado se colocó cada capsula en la desecadora por 15 minutos, obteniendo así su peso inicial.
- Con las probetas se obtuvo 20ml de volumen de las muestras.
- Se procedió a la colocación de las muestras de agua en el equipo de filtración de crisol de porcelana, quedando así en el filtro de nitrocelulosa los sólidos.
- Posteriormente los filtros de nitrocelulosa fueron ubicados nuevamente en las capsulas y llevados a la estufa a 105°C por 15 minutos.
- Luego a la desecadora por 15 minutos más.
- Se obtuvo un nuevo peso llamado peso final con presencia de sólidos.

Para determinar los sólidos suspendidos se basó en la siguiente fórmula matemática:

$$C = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{V}$$

Ecuación 3: Fórmula de Sólidos Suspendidos

Donde:

C= Concentración gr/ml

P_{fc}= Peso final de la capsula

P_{ic}= Peso inicial de la capsula

V= Volumen de la muestra

Para determinar sólidos totales (materia flotante) se basó en la siguiente fórmula matemática:

$$ST = \text{Sólidos disueltos} + \text{Sólidos suspendidos}$$

Ecuación 4: Fórmula de Sólidos Totales

3.2.7.9 Coliformes fecales

Para la determinación de este parámetro, se utilizaron una serie de equipos como estufa, balanza, mecheros, tubos, pipeteadores, campanas de Durham, Erlenmeyer y materiales como el caldo EC BROTH (Anexo 16).

- Se esterilizaron los tubos y campanas de Durham en la estufa por 2 horas.
- Se pesó 11,47 gramos del caldo EC BROTH.

- Se colocó el caldo en el Erlenmeyer con 310ml de agua destilada.
- Se puso a hervir el caldo con los mecheros.
- Por lo cual a la estufa se llevó el caldo por 30 minutos y se dejó enfriar
- Se colocó 10 ml del caldo Ec BROTH en los tubos de 1/10, 1ml en los tubos de 1/100 y 0,1 ml en los tubos de 1/1000 y se le agregó las campanas.
- Se procedió a sacar las burbujas de las campanas.
- Finalmente fueron llevados nuevamente los tubos a la estufa por 24 horas.

Adicionalmente, para obtener los resultados de los coliformes fecales se aplicó el método del número más probable (NMP), dichos valores son detallados en el (Anexo 17).

3.2.8 Evaluación de la calidad del recurso hídrico

Para la evaluación del recurso hídrico se basaron en los estudios realizados por Brown, Boyacioglu para determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA) (Limon & Webb, 1964) y (Boyacioglu, 2007), donde se utilizaron los siguientes parámetros temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, DBO₅, DQO, nitratos, hierro, cadmio, turbidez, dureza, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales (SST) y su respectiva formula:

$$ICA = (\text{Sub}_i * W_i)$$

Ecuación 5: Fórmula de Índice de Calidad del Agua

Donde:

Sub_i = Subíndice del parámetro i.

W_i = Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i) y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

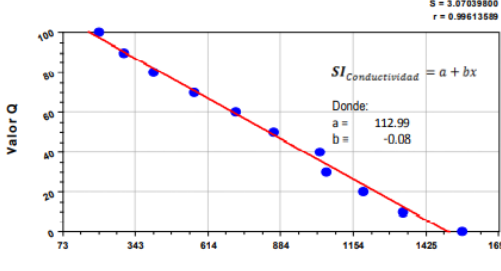
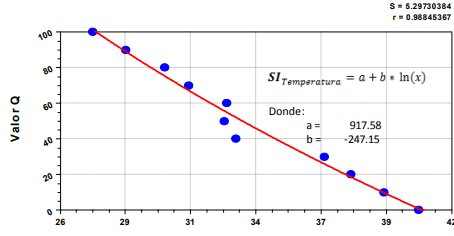
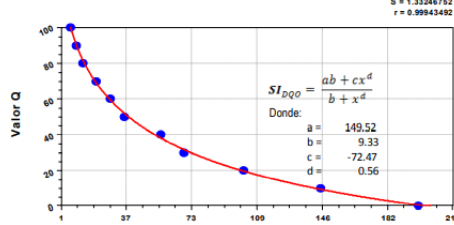
Dentro de la ecuación presentada anteriormente, se recopiló información de varias fuentes bibliográficas, obteniendo el peso específico y el subíndice de cada parámetro detalladas en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Pesos relativos de cada parámetro.

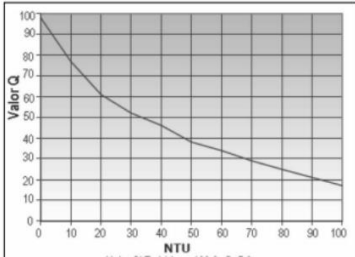
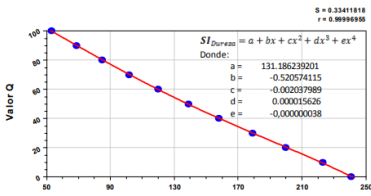
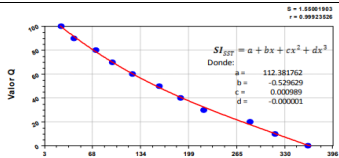
Parámetros	Peso (W_i)		Referencia Bibliográfica
Hierro	0,095	0,075	(Gil Marin & Vizcaino, 2018)
pH	0,12	0,095	(Limon & Webb, 1964)
Oxígeno Disuelto	0,17	0,135	
Temperatura	0,1	0,079	
Coliformes Fecales	0,15	0,119	
DBO ₅	0,1	0,079	
Nitratos	0,1	0,079	
Conductividad Eléctrica	0,079	0,063	(Torres & Henán Cruz, 2018)
Cadmio	0,086	0,068	
Turbidez	0,08	0,063	
Dureza	0,065	0,025	
SST	0,052	0,041	(Mancera Quevedo, 2017)
DQO	0,053	0,076	(Vizcaíno León, 1974)
Total		1	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Criterios para el determinar el Subíndice de cada parámetro.

Parámetros	Rango	Formulas y Puntuaciones	Referencias Bibliográficas
pH	$6,5 \leq X \leq 8,5$ $5,5 \leq X \leq 6,4$ y $8,6 \leq X \leq 9$ $X < 5,5$ and $X > 9$	$Y=100$ $Y=50$ $Y=0$	(Boyacioglu, 2007)
Conductividad eléctrica	≥ 1560 us/cm, $Q=0$ ≤ 208 us/cm, $Q=100$		(Mancera Quevedo, 2017)
Oxígeno disuelto	$X \geq 8$ $8 < X \leq 6$ $6 < X \leq 3$ $X < 3$	$Y=100$ $Y=25X-100$ $Y=15X-40$ $Y=0$	(Boyacioglu, 2007)
Temperatura	$\geq 40,84^\circ\text{C}$, $Q=0$ $\leq 27,2^\circ\text{C}$, $Q=100$ 0		(Mancera Quevedo, 2017)
DQO	≥ 199 mg/L $Q=0$ ≥ 6 mg/L $Q=100$		(Mancera Quevedo, 2017)
DBO ₅	$X < 3$ $3 \leq X < 5$ $5 \leq X < 7$ $X \geq 7$	$Y=100$ $Y=-25X+175$ $Y=-22,5X+162,5$ $Y=0$	(Boyacioglu, 2007)
Nitratos	$X \leq 5$ $5 < X \leq 10$ $10 < X \leq 20$ $X > 20$	$Y=100$ $Y=-10X+150$ $Y=-4,5X+95$ $Y=0$	(Boyacioglu, 2007)





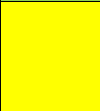

A continuación de la Tabla 3

<p>Hierro</p>	<p>Si Fe<0,005 Si 0,005Fe≤0,01 Si 0,01<Fe≤0,025 0,025<Fe≤0,05 0,05<Fe≤0,075 0,075<Fe≤0,1 0,1<Fe≤0,125 0,125<Fe≤0,15 0,15<Fe≤0,175 0,175<Fe≤0,2 Si Fe>0,225</p>	<p>Y=100 Y=90 Y=80 Y=70 Y=60 Y=50 Y=40 Y=30 Y=20 Y=10 Y=0</p>	<p>(Caicedo Sebastian, 2021)</p>
<p>Cadmio</p>	<p>X≤0,003 0,003<X≤0,005 0,005X≤0,010 X≥0,010</p>	<p>Y=100 Y=-25000X+175 Y=-9000X+95 Y=0</p>	<p>(Boyacioglu, 2007)</p>
<p>Turbidez</p>	<p>>100 Q=5,0</p>	<p>$Q_T = 1,8939x10^{-6}(T) - 4,9942x10^{-4}(T) + 4,9181x10^{-2}(\Delta T) - 2,6284(T)9,8098x10^2$</p> 	<p>(Samaniego Astudillo, 2019)</p>
<p>Dureza</p>	<p>≥241mg/L ,Q=0 ≤53mg/L,Q=100</p>		<p>(Mancera Quevedo, 2017)</p>
<p>SST</p>	<p>≥383mg/L Q=0 ≤25 mg/L Q=100</p>		<p>(Mancera Quevedo, 2017)</p>
<p>Coliformes fecales</p>	<p>X≤50 5<X≤5000 5000<X≤50000 X>50000</p>	<p>Y=100 Y=-10,857lnX+142,47 Y=-21,715lnX+284,95 Y=0</p>	<p>(Boyacioglu, 2007)</p>

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que una vez calculado el ICA con la ecuación 5, la calificación varía entre 0 hasta 100. Para este caso se basó en el rango de valores de la clasificación del ICA en función a la calidad del agua realizado por (Vizcaíno León, 1974), permitiendo estimar el nivel de contaminación del recurso hídrico estudiado en diferentes puntos de monitoreos. Para esta evaluación del ICA se fundamentó principalmente en los 6 rangos del estado de la calidad del agua siendo: Levemente Contaminada (LC), Excelente (E), Aceptable (A), Fuertemente Contaminada (FC), Contaminada (C) y Excesivamente Contaminada (EC), donde las tablas 4 y 5 detallan sus respectivos criterios de valores con su color de acuerdo a la calidad para el uso agrícola y uso en pesca y vida acuática.

Tabla 4. Categorización de los rangos del ICA para el uso agrícola

Rango del ICA	Estado de Calidad del Agua	Descripción	Color
90,01 – 100	E	No requiere purificación para riego.	
70,01 – 90	A	Purificación menor para cultivos que requieran de alta calidad de agua	
50,01 – 70	LC	Utilizable en mayoría de cultivos	
30,01 – 50	C	Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos	
20,01 – 30	FC	Uso solo en cultivos muy resistentes	
0 – 20	EC	Inaceptable para riego	

Fuente: (Vizcaíno León, 1974)

Tabla 5. Categorización de los rangos del ICA para el uso de pesca y vida acuática

Rango del ICA	Estado de Calidad del Agua	Descripción	Color
70,01 – 100	E	Pesca y vida acuática abundante	Blue
60,01 – 70	A	Límites para peces muy sensitivos	Light Blue
50,01 – 60	LC	Dudosa la pesca sin riesgos de salud	Green
40,01 – 50	C	Vida acuática limitada a especies muy resistentes	Light Green
30,01 – 40	FC	Inaceptable para actividad pesquera	Yellow
0 – 30	EC	Inaceptable para vida acuática	Red

Fuente: (Vizcaíno León, 1974)

3.2.9 Elaboración de un Plan de Manejo Ambiental

Para la elaboración del plan de manejo ambiental nos basamos en los resultados de la evaluación de los impactos ambientales de la zona de estudio según lo propuesto por Conesa Fernández, (2014), para lo cual se considera importante los análisis de cada parámetro con sus respectivos valores, para luego identificar cuáles de ellos se encontraban incumpliendo con los límites permisibles de los criterios de calidad tanto para la preservación de la vida acuática en agua dulce como para el uso de riego agrícola, establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A. Para lo cual cada plan de manejo contiene lo siguiente: aspecto ambiental, impacto identificado, medidas propuestas, indicadores, medio de verificación y finalmente el plazo (Tiempo).

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del agua

Para el establecimiento de los puntos de muestreos se consideraron 3 puntos como lo indica (Barreto, 2009) ocupando una distancia aproximadamente de 100 metros cada uno, debido a que el cuerpo hídrico estudiado se encuentra rodeado de zonas agrícolas y al mismo tiempo presenta un afluente desconocido, por ello se optó por la toma de las muestras antes del afluente, luego durante para ver su comportamiento y después donde se mezcla el río con el afluente, permitiendo obtener datos más confiables y precisos. Las coordenadas de los tres puntos ubicados en el cuerpo hídrico de La Sabana se especifican en la tabla 6 y observado en la figura 3.

Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo

Coordenadas de los puntos de monitoreo		
Puntos	X	Y
Punto 1	631800.6	9629548.2
Punto 2	631677.1	9629548.4
Punto 3	631584.6	9629548.5

Fuente: Elaboración propia

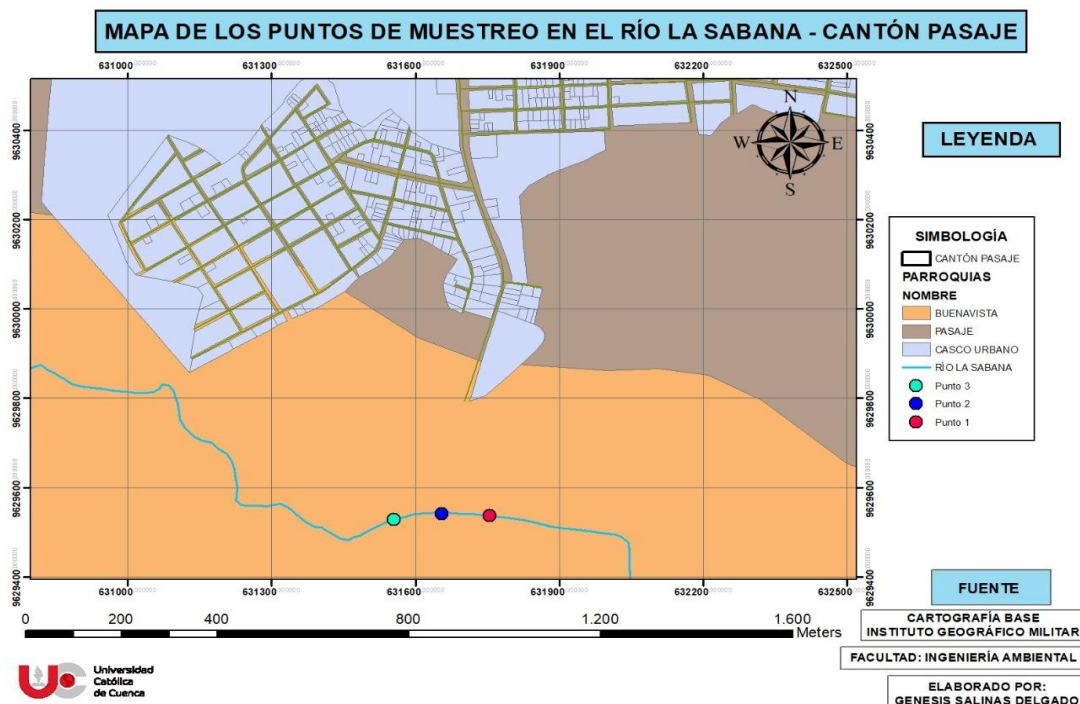


Figura 3. Mapa de los puntos de muestreo en el río La Sabana

Fuente: Elaboración propia

4.2 Caudal del cuerpo hídrico en estudio La Sabana

Para obtener el caudal del cuerpo hídrico se siguió la metodología de (Ortiz Sánchez, 2017), por lo cual se logró obtener durante el monitoreo uno un caudal de 8,16m³/s en el punto dos y para el punto tres de 8.55m³/s siendo estos lo de mayor valor como se aprecia en la (Figura 4), este aumento se debe a las condiciones climáticas que presentó ese día que fue de lluvia a diferencia de los otros monitoreos en donde las condiciones del clima fueron soleado y nublado. Para (Martínez & Fernández, 2012) esto ocurren por el régimen hidrológico y la variabilidad climática que se expresa mediante la relación que existe entre caudal y la temperatura.

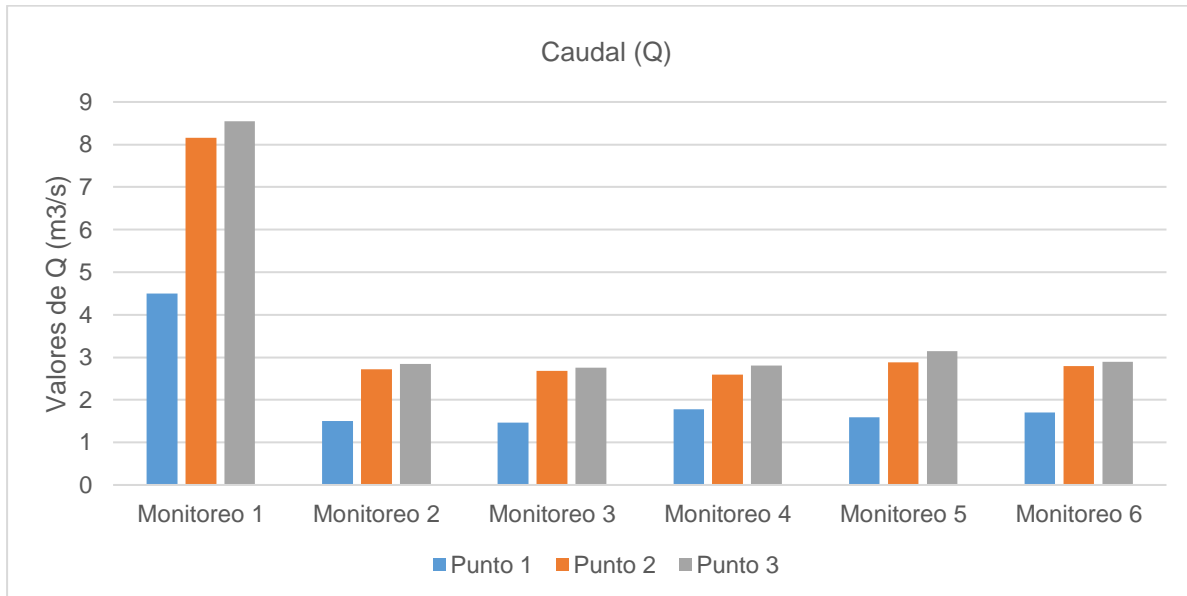


Figura 4. Resultados del caudal en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis de la Calidad del Agua

Se caracterizó los parámetros físicos, químicos y biológicos, donde cada uno de ellos serán expuestos con sus resultados.

4.3.1 Parámetros físicos

4.3.1.1 Temperatura

Dentro de los datos de la temperatura en los monitoreos, se mostró que fluctúa entre 26°C en el primer monitoreo y de 30°C en el quinto monitoreo como se observa en la (Figura 5). Esto se debe a que este parámetro fue utilizado para obtener el Índice de calidad ambiental (ICA). Según una investigación realizada por (Zambrano Hidalgo, 2010) en el río Guayas la temperatura normalmente varía desde 28°C hasta 25°C. En este caso se puede ver que existe una similitud entre los valores descritos que puede de verse a que ambas están en la región costera del Ecuador.

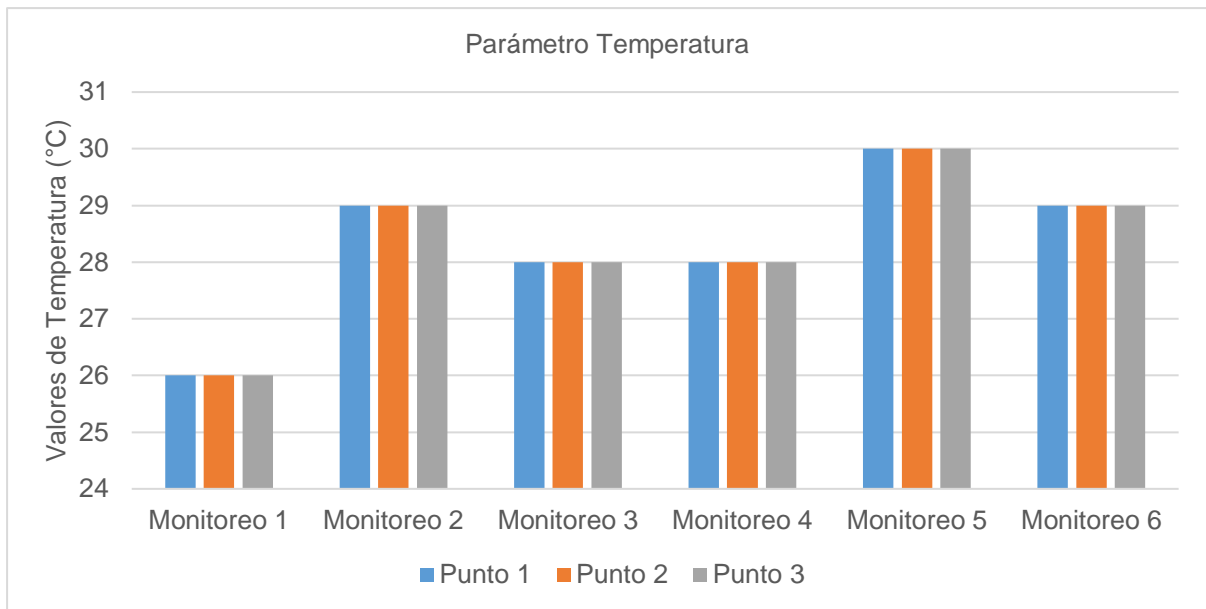


Figura 5. Resultados del parámetro de la temperatura en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2 Conductividad Eléctrica (C.E)

En el caso de la conductividad eléctrica, esta fue transformada a salinidad para poder ser comparada con la Tabla 4 del criterio de calidad de agua para riego del Acuerdo Ministerial 097-A como se observa en la (Figura 6), para lo cual se utilizó la fórmula de transformación propuesta por el autor Lenntech con su fórmula $1\text{mho/centímetros [mho/cm]} = 1000000 \text{ micro siemens/centímetros [us/cm, us/cm]}$. Con respecto al parámetro de la salinidad ninguno de los monitoreos presentó valores mayores a 0,7 milimhos/cm del límite de restricción de la Tabla 4, puesto que el valor en los monitoreos fue de 0,001401 milimhos/cm, Mientras que por otra parte (Olaya Siguenza, 2021) expone que durante su estudio al río Palenque el parámetro de conductividad eléctrica fue de 0,000249 milimhos/cm, por tal motivo estos dos estudios cumplen con el grado de restricción y solo fue comparado con este uso debido a que para la tabla 2 del criterio de preservación de la vida acuática no se encontró establecido en la normativa.

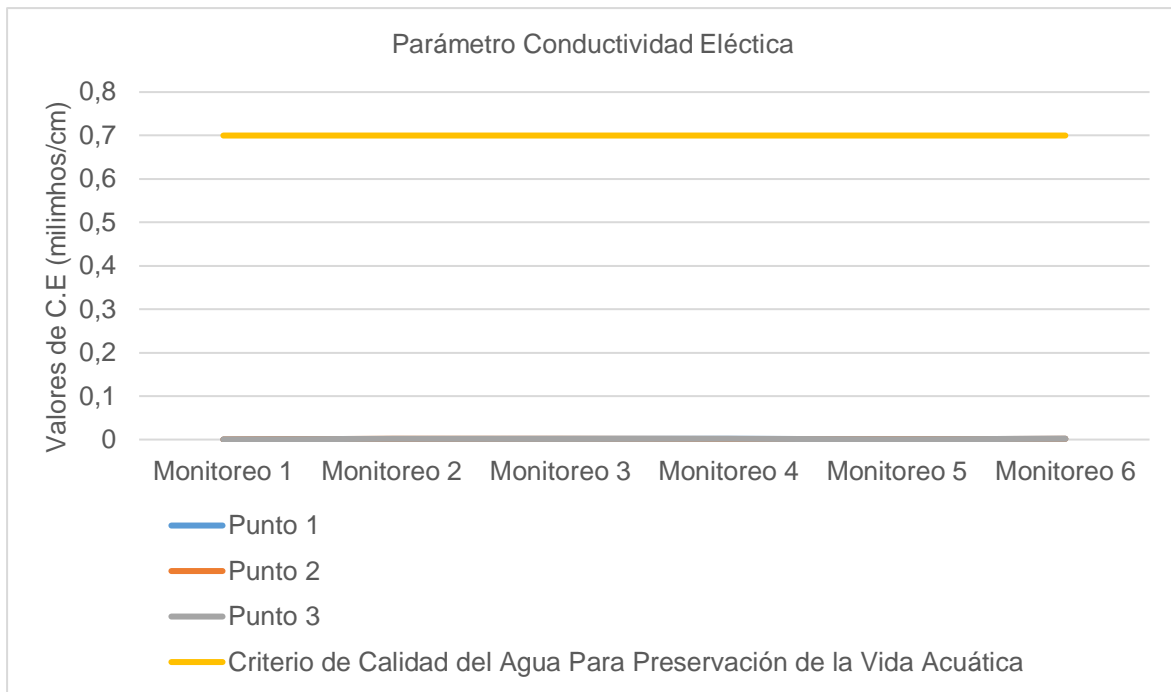


Figura 6. Resultados del parámetro de C.E en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3 Turbidez

Dentro de los datos de la turbidez en los monitoreos, se mostró que fluctúa entre 816, 548 y 644NTU durante el monitoreo uno y de 630, 684 y 611NTU en el cuarto monitoreo como se observa en la (Figura 7). En un estudio realizado por (Villacres & Villamar, 2017) demostró que el parámetro de la turbidez en su estudio en cambio mantuvo valores menores a 0,64 NTU. Este parámetro fue considerado para obtener el Índice de calidad ambiental (ICA).

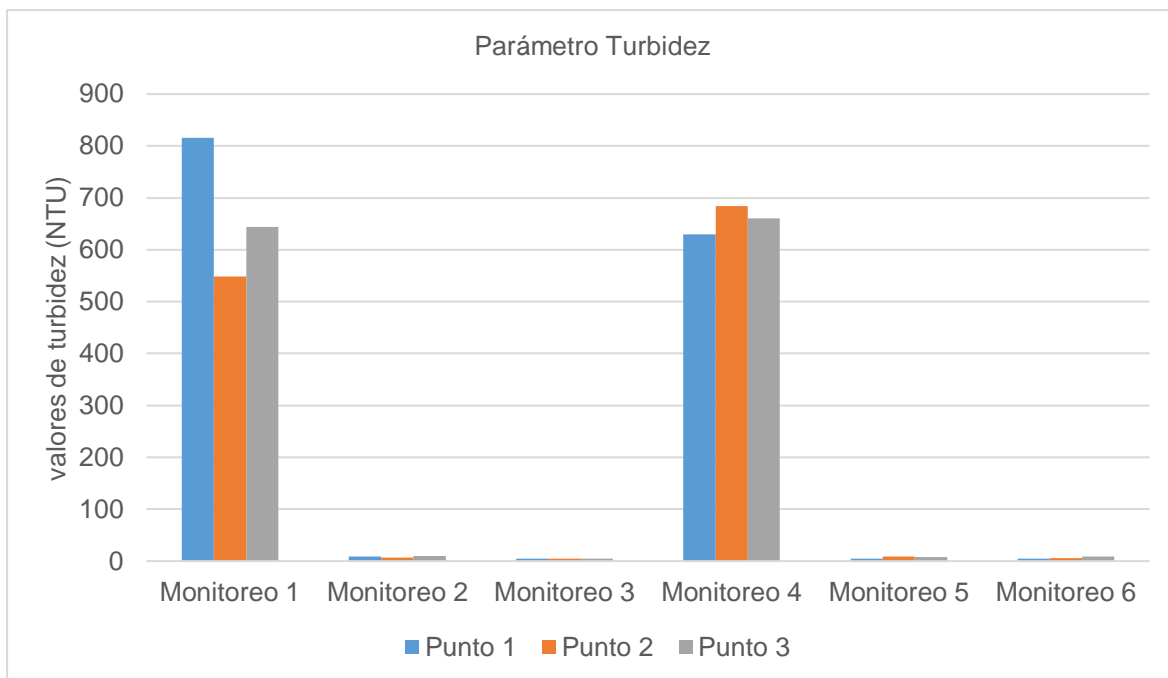


Figura 7. Resultados del parámetro de la turbidez en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.4 Material Flotante

Como se muestra en la tabla 7 si existió la presencia de material flotante durante todos los tres puntos de los monitoreos establecidos, dicho parámetro se encontraba en la Tablas 2 del criterio de calidad de agua para la preservación de la vida acuática y Tabla 3 criterio de calidad de agua para riego del Acuerdo Ministerial 097-A y los cuales fueron comparados con el límite permisible que indica que un cuerpo hídrico que es destinado a estos usos no debe tener presencia de material flotante, por lo que se encontraba incumpliendo el límite permisible. En una investigación realizada a la Cuenca del Río Palenque por (Olaya Siguenza, 2021) afirma que también existió la presencia de material flotante durante los cinco puntos de monitoreos esto a causa de la acumulación de residuos orgánicos.

Tabla 7. Resultados del parámetro material flotante en los 3 puntos de muestreos

Material Flotante			
Monitoreos	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Monitoreo 1	Visibles	Visibles	Visibles
Monitoreo 2	Visibles	Visibles	Visibles
Monitoreo 3	Visibles	Visibles	Visibles
Monitoreo 4	Visibles	Visibles	Visibles
Monitoreo 5	Visibles	Visibles	Visibles
Monitoreo 6	Visibles	Visibles	Visibles

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Parámetros Químicos

4.3.2.1 pH

El parámetro del pH fue analizado para la comparativa de las Tabla 2 de calidad de preservación de la vida acuática y Tabla 3 de calidad de agua para riego en donde sus límites permisibles son de 6,5 – 9, teniendo como resultado que en los seis monitoreos realizados ningún de ellos incumplió con el límite permisible que estable el Acuerdo Ministerial 097-A como se observa en la (Figura 8), por lo que presentó un pH de 7 neutro lo que significa que el agua no es acida ni alcalina. Pero un análisis realizado al río Palenque demostró que el pH fue de 8,70 debido a las descargas de la ciudad (Olaya Siguenza, 2021). En este caso se puede observar una similitud entre los datos debido a que este río es parte de la microcuenca del río estudiado.

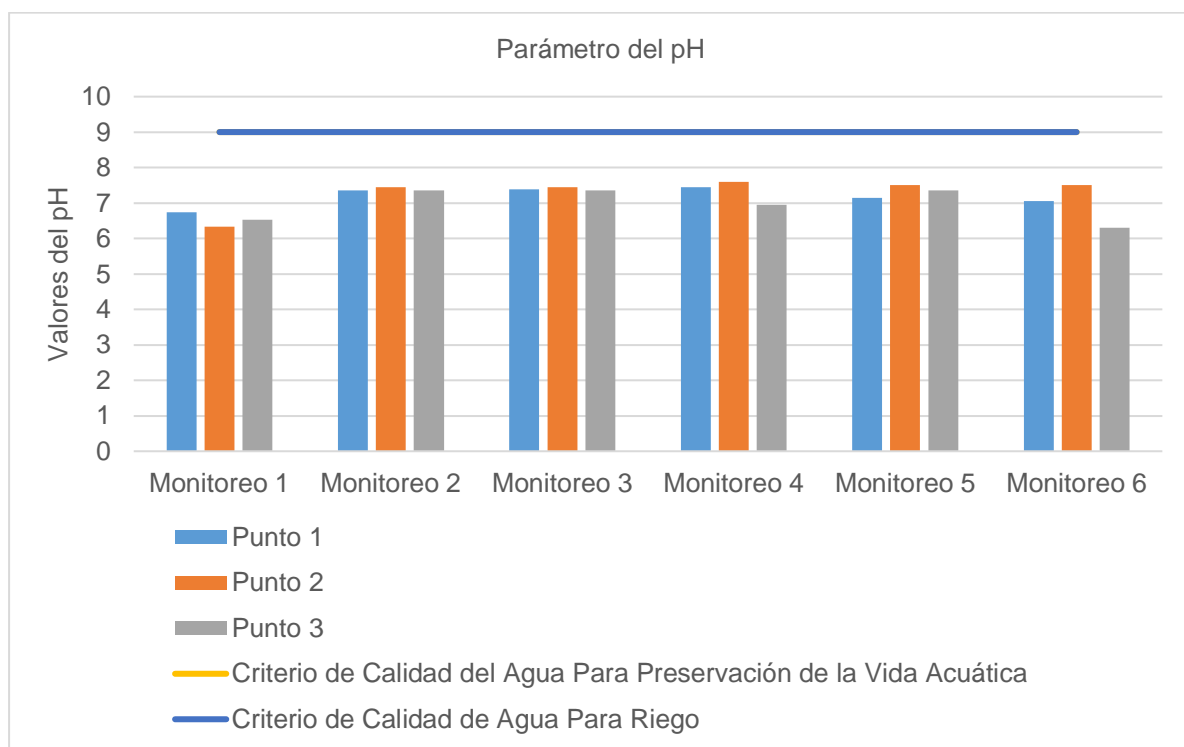


Figura 8. Resultados del parámetro del pH en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 DBO₅

Con los resultados obtenidos de los diferentes monitoreos manifestados en la (Figura 9), se demostró que el parámetro DBO₅ no presentó valores mayores en los diferentes puntos, únicamente en el caso del punto dos del monitoreo seis donde se registró un valor máximo de 13 mg/L, por lo que no se encontró sobrepasando el límite permisible del criterio de calidad de preservación de la vida acuática que es de 20mg/L del Acuerdo Ministerial 097-A, de igual forma sucedió con un estudio realizado al río Daule por (Chico Benavides, 2010) en donde su DBO₅ fue de 14,1mg/L, lo que indica que tanto para los dos estudios sus resultados no presentaron una mayor diferencia y que para la

comparativa con tabla 3 del criterio de calidad de agua para riego no se realizó puesto a que este parámetro no se encuentra en la normativa.

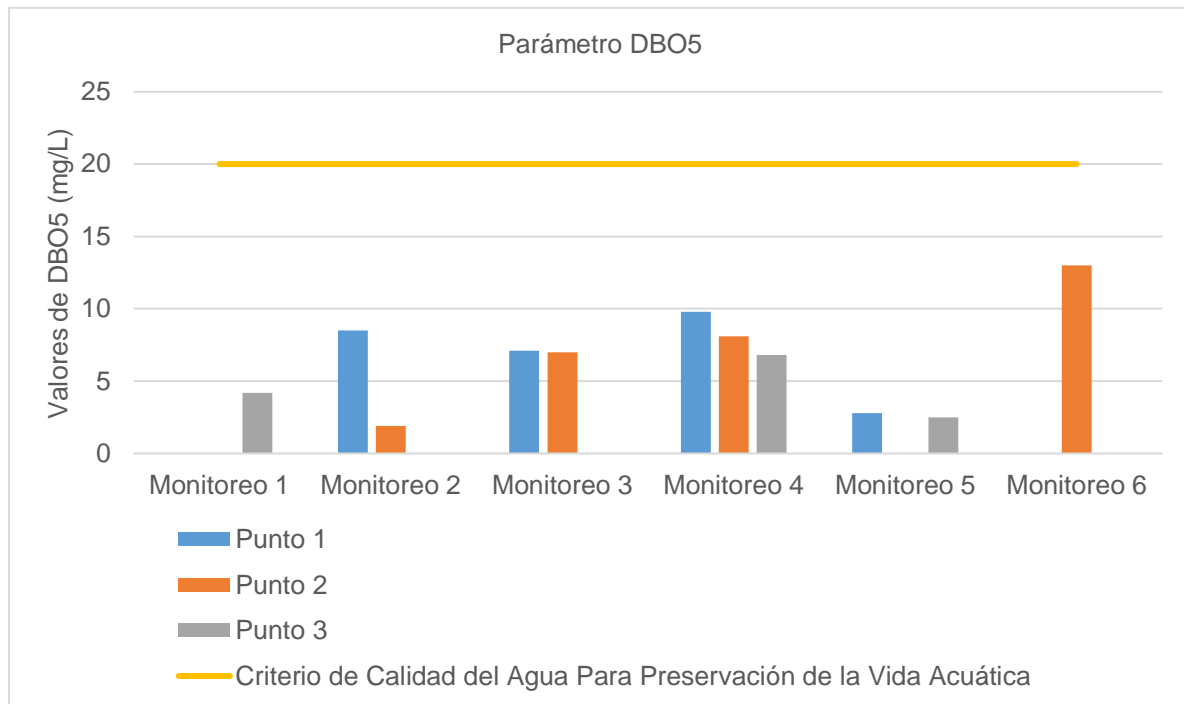


Figura 9. Resultados del parámetro del DBO5 en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3 DQO

Para el análisis del DQO se realizó la comparativa con la tabla 2 del criterio de calidad para la preservación de la vida acuática en donde su límite permisible es 40 mg/L del Acuerdo Ministerial 097-A, por lo que solo en el monitoreo dos en sus tres puntos como se observa en la (Figura 10) de la línea amarilla se encuentra incumpliendo con el límite permisible debido a que sus valores fueron de 301mg/l ,213 mg/L y 255mg/L, mientras que para el resto de monitoreos este parámetro si está dentro del límite establecido. Este resultado fue diferente en un estudio que realizó (Cedeño Muñoz, 2020) al río Muerto del cantón de Manta en donde su valor de DQO fue de 578,60mg/L por lo que de igual forma se encontraba incumpliendo el límite. Cabe mencionar que este parámetro no se comparó con la tabla 3 de la calidad de agua para riego debido a que no se encuentra en la normativa.

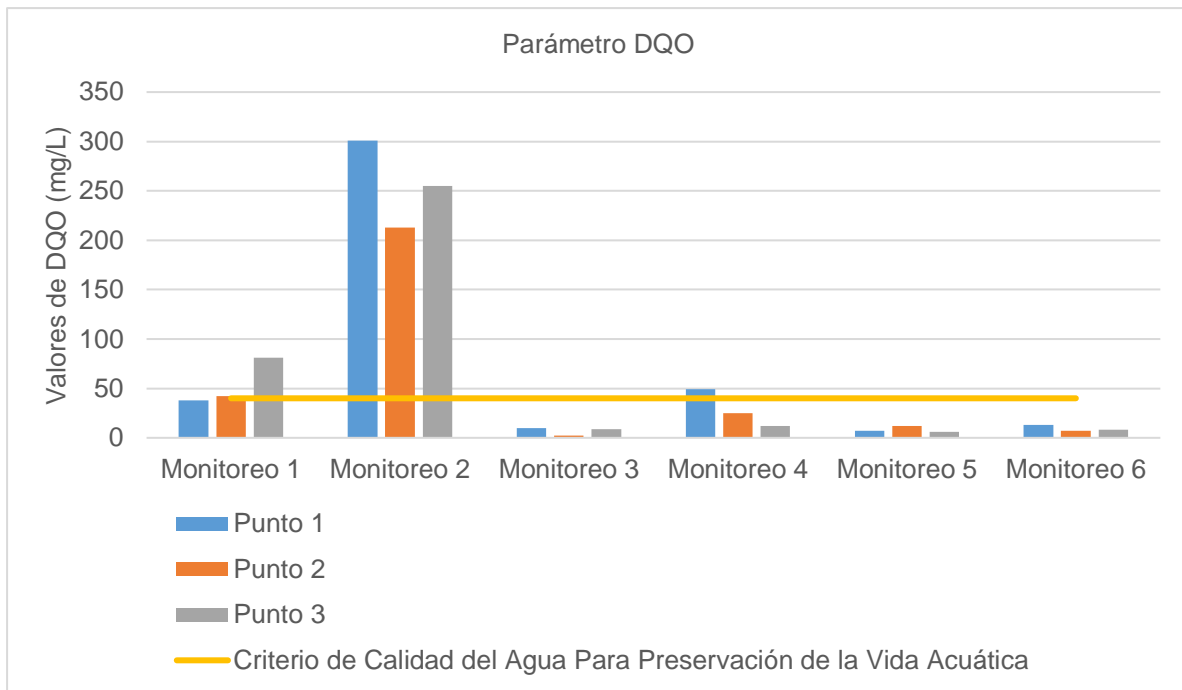


Figura 10. Resultados del parámetro del DQO en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4 Oxígeno Disuelto

Los resultados con respecto al oxígeno disuelto en el cuerpo hídrico La Sabana reveló que no cumple con la Tabla 3 del criterio de calidad de agua para riego que indica la línea azul puesto que su límite permisible es de 3 mg/L del Acuerdo Ministerial 097-A, por lo que presentó valores ascendentes de 6 a 8,59 mg/L como se aprecia en la (Figura 11) de igual forma sucedió con la Tabla 2 del criterio de calidad de agua de preservación de la vida acuática donde su límite permisible es de 5 - 6ppm. En una investigación realizada por (Delgado Dennis, 2020) al río burro de la ciudad de Manta encontró que el valor del oxígeno disuelto fue de 3,6mg/L por lo que se encontraba incumpliendo con valor permisible de la Tabla 3 del criterio de calidad de agua para riego, pero si cumplía con la Tabla 2 de calidad de agua para preservación de la vida acuática con un valor de 3,6ppm.

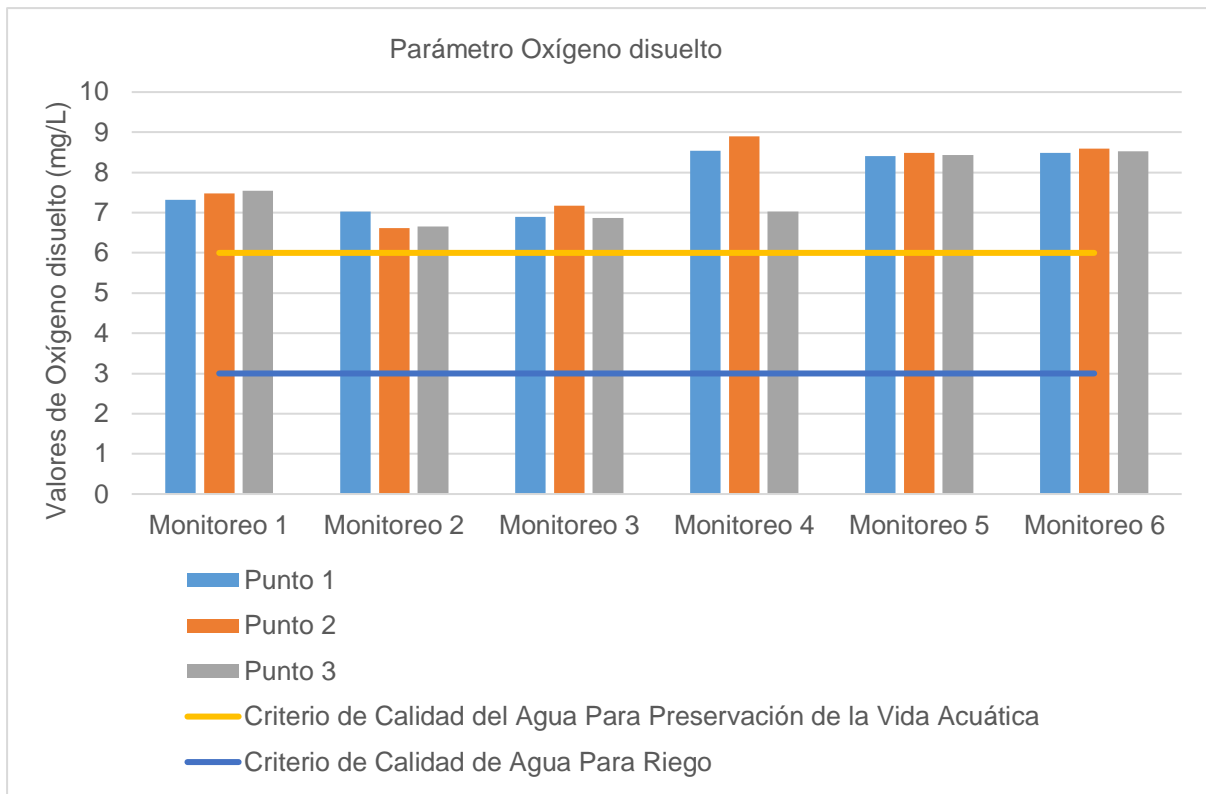


Figura 11. Resultados del parámetro del OD en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.5 Nitritos

La presencia de los nitritos se logró evidenciar únicamente en el monitoreo uno con valores de 156 mg/L, 118 mg/L y 120mg/L, mientras que para los monitoreos tres, cuatro, cinco y seis solo existió la presencia de nitritos en los puntos uno como se logra ver en la (Figura 12). Por lo que se encuentra pasando la línea amarilla y azul de las dos comparativas de los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática con un límite permisible de 0,2mg/L y calidad de agua para riego con el límite permisible de 0,5mg/L del Acuerdo Ministerial 097-A, en cambio en un estudio realizado por (Acurio Méndez & Arciniegas Solarte, 2015) en el río San Pedro indicó que el valor obtenido en este parámetro fue de 0,59 mg/L incumpliendo de la misma forma con los límites establecidos.

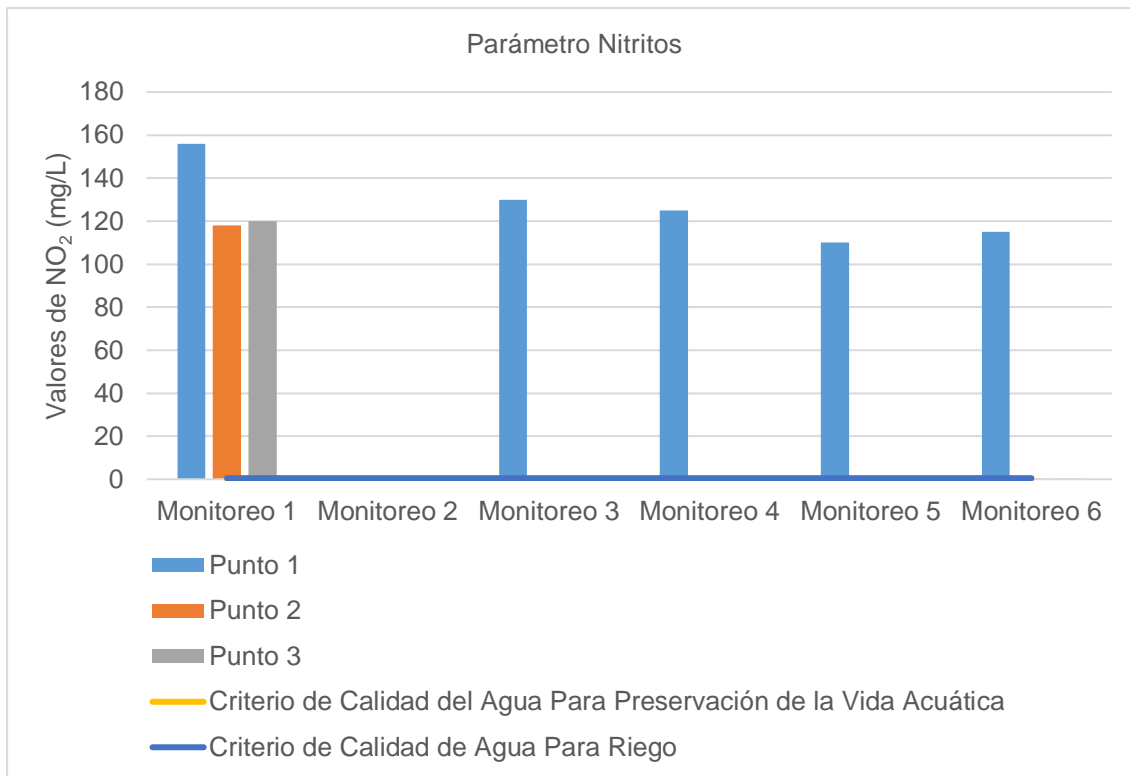


Figura 12. Resultados del parámetro de los nitritos en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.6 Nitratos

Las concentraciones de nitratos se reflejaron en cada uno de los puntos de monitoreos, en el monitoreo uno su valor fue de 30 mg/L, a diferencia de los monitoreos dos, tres, cuatro, cinco y seis, en donde si existió una variación entre sus puntos los cuales se encontraron por encima del límite permisible de la comparativa de la Tabla 2 del criterio de calidad de preservación de vida acuática que es de 13mg/L del Acuerdo Ministerial 097-A. Además en un estudio que se realizó por parte de (Abril Saltos, 2017) a siete subcuencas hídricas se encontró concentraciones de nitratos sin ningún tipo de variación con un valor de 2,3mg/L. Este parámetro no fue comparado con la Tabla 3 del criterio de calidad de agua para riego debido a que no se encuentra establecido.

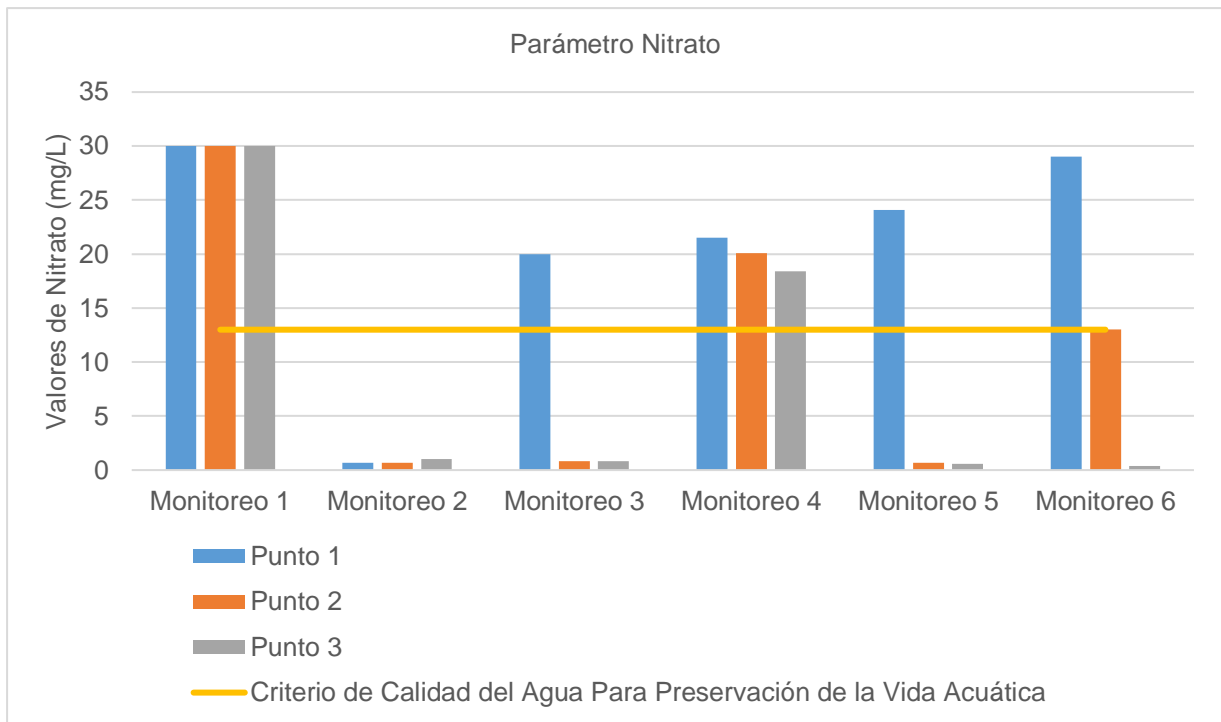


Figura 13. Resultados del parámetro de los nitratos en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.7 Dureza

Para el análisis de la dureza se presentaron los resultados en la (Figura 14), donde se identificó que durante los monitoreos sus valores fueron entre 30 y 100 mg/L, por lo que se consideró un agua ligeramente dura. Este parámetro no fue comparado con ninguno de las dos Tablas usos de los criterios de calidad de agua, pero si fue considerado para la obtención del Índice de calidad ambiental.

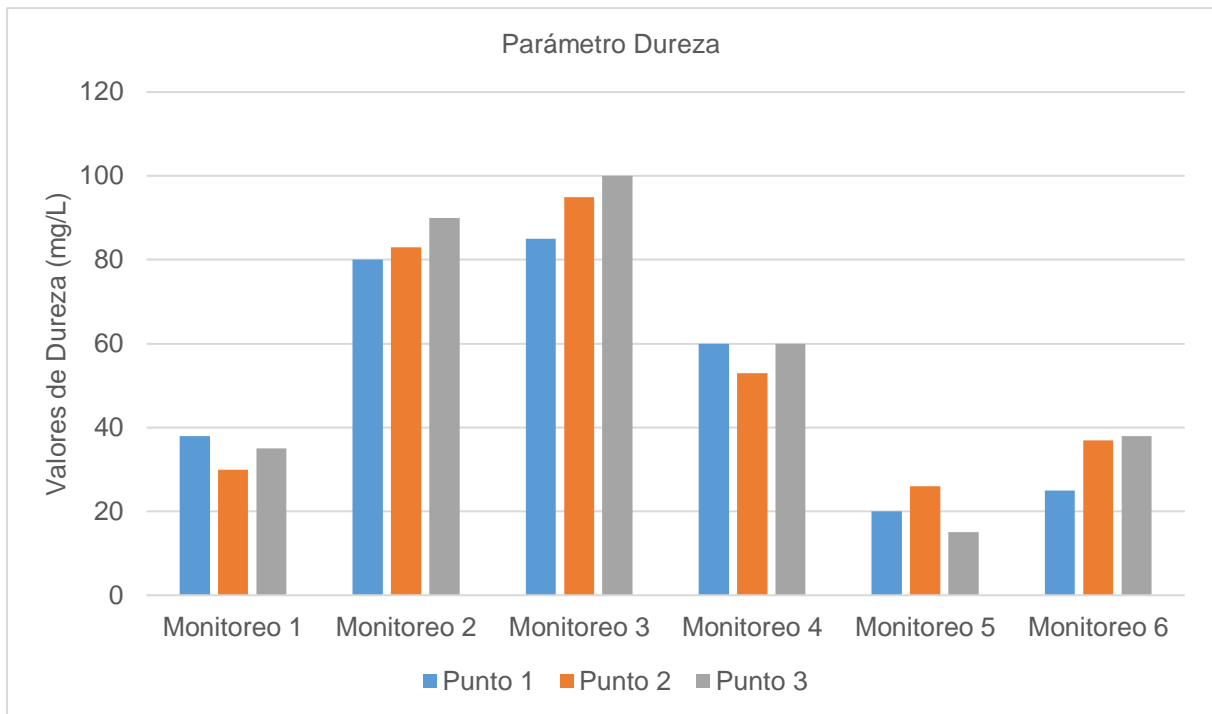


Figura 14. Resultados del parámetro de dureza en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.8 Cadmio (Cd)

Se realizó el análisis correspondiente para determinar la existencia de este metal en el recurso hídrico, en donde se confirmó que si existió cadmio como se muestra en la (Figura 15) y que a partir del monitoreo dos hasta el monitoreo seis las concentraciones de cadmio se encontraban sobrepasaron los límites permisibles con valores de iban desde los 0,182 hasta 0,201mg/L de las dos comparativas, en donde la línea amarilla hace referencia al valor permisible que es de 0,001 mg/L del criterio de preservación de vida acuática de la Tabla 2 y la línea azul de 0,05 mg/L para calidad de agua para riego de la Tabla 3 del Acuerdo Ministerial 097-A. Pero por otra parte (Mero et al., 2019) quien realizó un estudio en el río Guayas y sus afluentes encontró cadmio el altas concentraciones con valores de 1,79 y 3,39mg/L superando los valores antes mencionados.

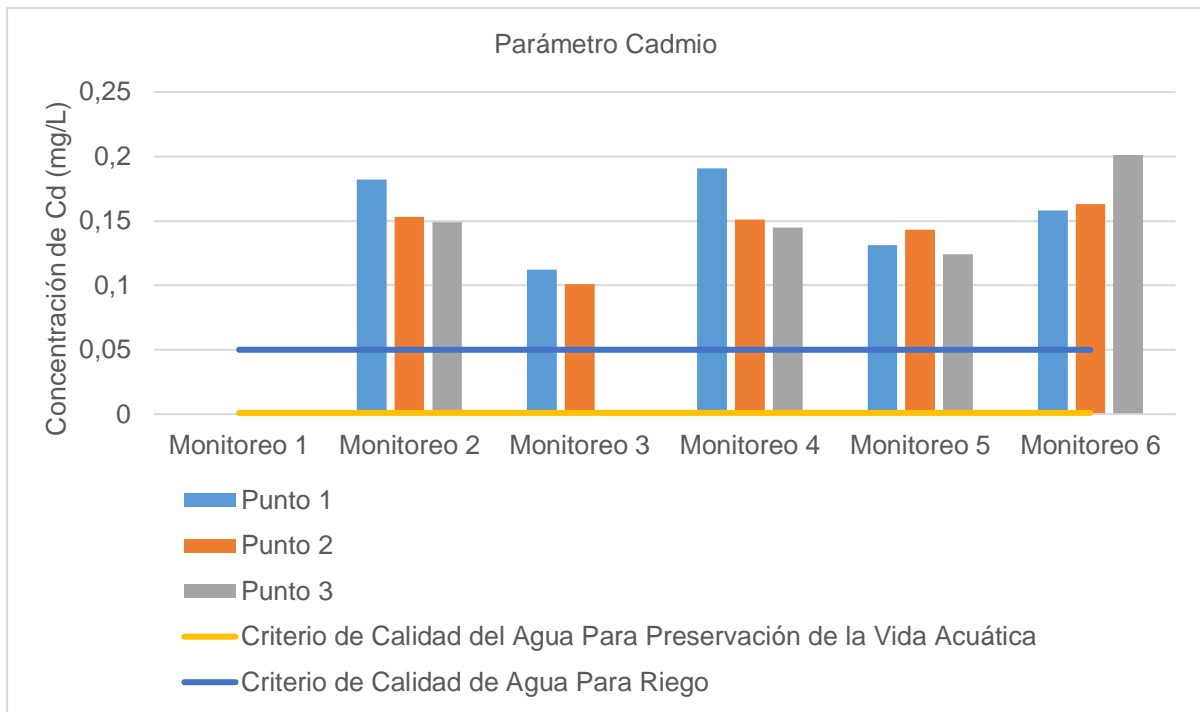


Figura 15. Resultados del parámetro de cadmio en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.9 Hierro (Fe)

Con respecto a la presencia del Hierro en el recurso hídrico La Sabana reflejó que si hubo concentraciones del metal únicamente en el monitoreo uno con valores de 2,9 mg/L, 2,3 mg/L y 2,25 mg/L y en el monitoreo cuatro, este con la diferencia de que se registró un mismo valor en sus tres puntos que fue de 2,72mg/L, por lo que se encontró pasando la línea amarilla que representa el límite permisible de 0,3mg/L de la Tabla 2 de calidad de agua para la preservación de vida acuática y mientras que para el criterio de calidad de agua de la Tabla 3 para riego sus valores cumplieron con el límite permisible que es de 5mg/L como se observa en la (Figura16). Además en un estudio realizado por (Baque Mite et al., 2016) dice que las concentraciones de Hierro en épocas lluviosas tiene valores 0,413mg/L muy diferentes a las de época seca que son de 0,835mg/L.

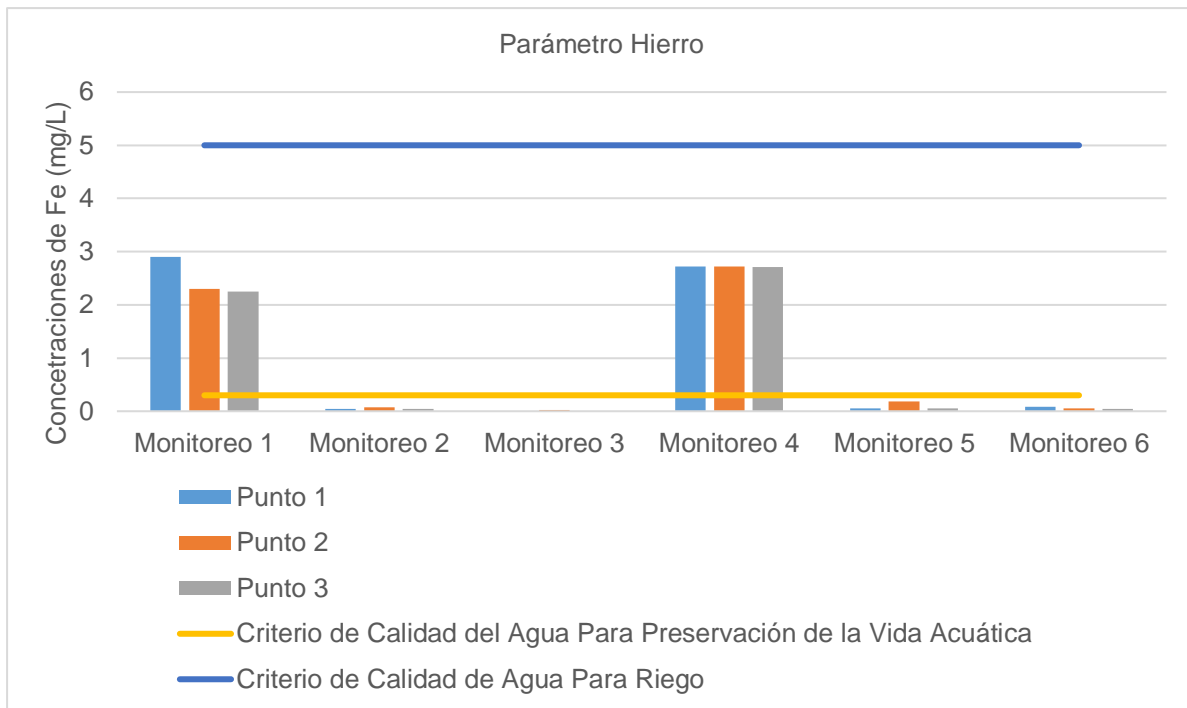


Figura 16. Resultados del parámetro de hierro en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Parámetro Biológico

4.3.3.1 *Coliformes fecales*

Se determinó que, si existió la presencia de coliformes fecales en los monitoreos uno, dos, tres y cuatro teniendo valores mayores a 1000 Bact/100ml que es el límite permisible para La tabla 3 del criterio de calidad de agua para riego del Acuerdo Ministerial 097-A como lo indica la (Figura17), no se comparó con la tabla 2 del criterio de calidad de preservación de vida acuática debido a que no se encuentra este parámetro, Por consiguiente esto puede deberse a que en el lugar aguas arriba se evidenció una granja porcina, donde este vierte las heces de los animales en el cuerpo hídrico. De acuerdo a la indagación elaborada por (León Carrasco, 2014) menciona que las excretas de animales provocan la alteración en la calidad del agua. Pero en cambio en otro estudio realizado por (Quingaluisa Parra, 2019), indica que la presencia de coliformes fecales en el río Guayas y Santa lucia lugares que tienen locaciones rurales la presencia de coliformes fecales fue nula.

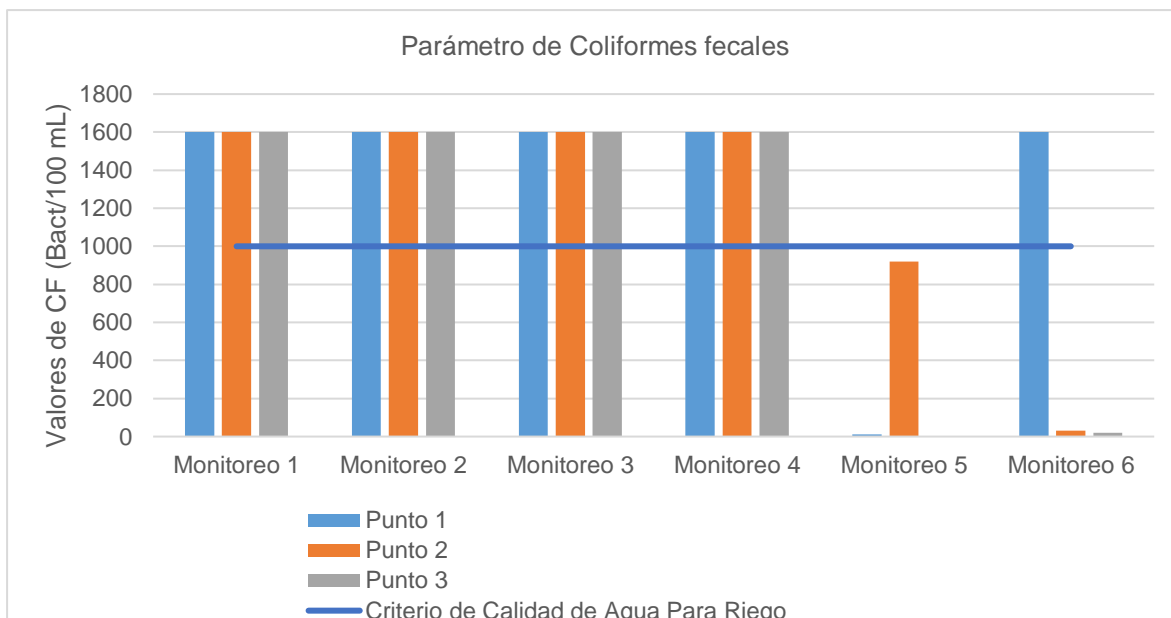


Figura 17. Resultados del parámetro de coliformes fecales en los 3 puntos de muestreos

Fuente: Elaboración propia

4.4 Índice de Calidad del Agua (ICA)

Con respecto al ICA se determinó principalmente con los criterios de uso agrícola y uso en pesca y vida acuática establecidos por (Vizcaíno 1974). Los resultados obtenidos se detallan en las tablas 8 y 9. Cabe destacar que en el uso agrícola se identificó tres criterios de calidad siendo principalmente la categorización de levemente contaminada donde la mayoría de los cultivos lo utilizan a este recurso, seguido de la condición aceptable donde los cultivos se necesita una menor purificación con respecto a la calidad y finalmente contaminada siendo en el monitoreo 4 donde algunos de los cultivos requieren de un tratamiento previo a ser utilizadas. Con respecto a la flora acuática existente fue la especie *Colocásia esculenta* o como comúnmente se la llama papa china ya que son de fácil adaptación por lo que se las encuentra en áreas cálidas y en las riberas, otra de las especies que habita en aguas contaminadas es la *Arundo donax* cuya hierba reduce la biodiversidad de insectos que al mismo tiempo sirven de alimento para las aves (Olaya Siguenza, 2021).

Tabla 8. Resultados del ICA según al uso agrícola en los puntos de muestreos

USO AGRÍCOLA						
Puntos	Resultados Del ICA De Agua En Los 6 Monitoreos Realizados					
	1	2	3	4	5	6
1	51,93	58,12	52,50	47,10	76,59	59,83
2	46,69	64,68	67,37	47,73	70,23	74,84
3	56,97	55,37	60,17	47,16	86,05	73,49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados del ICA según al uso en pesca y vida acuática en los puntos de muestreos

USO EN PESCA Y VIDA ACUÁTICA						
Puntos	Resultados Del ICA De Agua En Los 6 Monitoreos Realizados					
	1	2	3	4	5	6
1	51,93	58,12	52,50	47,10	76,59	59,83
2	46,69	64,68	67,37	47,73	70,23	74,84
3	56,97	55,37	60,17	47,16	86,05	73,49

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al ICA de uso en pesca y vida acuática se evidenció que el estado de calidad de agua del cuerpo presentó una mayor calidad de pesca sin riesgo de salud con el estado de levemente contaminada, cabe mencionar que para este criterio el cuerpo hídrico también presentó vida acuática limitada a especies resistentes, durante el monitoreo 4 en sus tres puntos dándole el estado de contaminación. De acuerdo a la investigación realizada por (Olaya Siguenza, 2021) manifiesta que las especies acuáticas de la microcuenca del río Palenque y que dentro de la misma se encuentra el río La Sabana son *Notropis hudsonius* y *Luxilus cornutuss* que sirven de hospedaje para parásitos como los mixozoos que son infecciosos, capaces de formar esporas y habitar en la bilis, aumentando los niveles de mortandad de los peces más jóvenes y perjudicando la salud de aves y anfibios.

De acuerdo al estudio realizado por (Quiroz et al., 2017) menciona que el índice de calidad resultó en una calidad de media y mala, esto se debe al crecimiento poblacional en los márgenes de los ríos y la escasa cobertura del sistema de alcantarillado, mientras que en la zona estudiada se obtuvo de tres a cuatro rangos de calidad siendo contaminada, levemente contaminada, aceptable y excelente esto a causa de que el cuerpo hídrico se encuentra alejada de zonas urbanas pero que pese a ese factor existe contaminación por granjas porcinas y plantaciones de banano orgánico.

4.5 Elaboración del Plan de Manejo Ambiental

Se muestra en la tabla 10 el plan de prevención y en la Tabla 11 el plan de monitoreo y seguimiento para el recurso hídrico La Sabana para poder evitar su deterioro con el pasar de los años.

Tabla 10. Plan de Manejo de Prevención de Impactos del Recurso Hídrico La Sabana

PLAN DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS					
PROGRAMA DE MEDIDA DE PREVENCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO LA SABANA					
OBJETIVOS: Establecer medidas preventivas para los impactos en la calidad del agua del recurso hídrico					PPM-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Río La Sabana					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Calidad Del Agua	Alteración a los parámetros como: material flotante, nitritos, nitratos, cadmio, hierro y coliformes fecales.	El municipio de Pasaje deberá crear una ordenanza para la protección de los recursos hídricos para así prevenir daños antropogénicos.	Número de registros de planificación y realización.	Registros fotográficos y de reuniones	Indefinido
		El municipio de Pasaje deberá brindar charla de educación ambiental para los pobladores que habiten cerca del recurso hídrico estudiado.	Un personal capacitado con temas enfocados a la protección de fuentes hídricas	Registro fotográfico	Semestralmente

		<p>El municipio de Pasaje deberá realizar una inspección in situ a las bananeras que estén delimitando con el recurso hídrico para verificar el almacenamiento de los productos químicos y saber cuáles son los procesos de fumigaciones y la dosificación a utilizar. Esto se debe a la presencia de nitritos, nitratos, cadmio y hierro sobrepasando los criterios de la normativa.</p>	<p>Número de visitas, cantidades de dosificación de productos químicos</p>	<p>Registros fotográficos y lista de chequeos</p>	<p>1 mes</p>
		<p>El municipio de Pasaje deberá proponer la construcción de un pozo séptico impermeabilizado de acuerdo a las diferentes actividades como agrícola, porcina y domésticas cercanas al río para evitar la contaminación de este recurso y a su vez ser entregados a un gestor calificado.</p>	<p>Número de pozos sépticos de las diferentes actividades antropogénicas</p>	<p>Registro fotográfico</p>	<p>1 mes</p>

		<p>El municipio de Pasaje y la empresa AGUAPAS EP deberá inspeccionar y verificar la procedencia del efluente y evaluar la calidad de ello debido que conecta con el recurso hídrico, si el caso proviene de una planta de tratamiento de aguas residuales urbana deberán hacer un estudio de impacto ambiental de esa planta para determinar su validez en la remoción de contaminantes y donde presente bajo rendimiento se sugerirá un plan de mejora a esa depuradora.</p>	<p>Número de reportes presentados/ número de reportes requeridos</p>	<p>de Informe de la inspección verificada, registro fotográfico</p>	<p>Permanente</p>
--	--	--	--	---	-------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Plan de Manejo de Monitoreo y Seguimiento del Recurso Hídrico La Sabana

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
OBJETIVOS: Evaluar las medidas de prevención adoptadas para determinar un mejor control de los impactos negativos hacia el recurso hídrico					PMS-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Río La Sabana					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Calidad del agua	Contaminación del agua	El municipio de Pasaje y la empresa de AGUAPAS EP deberá realizar más monitoreos a lo largo de este recurso, considerando periodos de verano e invierno, en cuanto a la recolección de las muestras de agua se deberá hacer en la mañana y tarde debido que la zona se encuentra rodeada de bananeras y pocos asentamientos humanos para verificar el cambio de los parámetros de material flotante, nitritos, nitratos, cadmio, hierro y coliformes fecales y ser comparados con	Número de monitoreos, personal para la recolección del agua. Material para la recolección de las muestras. Equipo multiparamétrico	Registros fotográficos, análisis del laboratorio.	Cada 15 días las muestras en un periodo 3 meses durante invierno y verano.

		los criterios de calidad de la Tabla 2 y 3 mencionados en el Acuerdo Ministerial 097-A			
Generación de incumplimiento ambientales	Contaminación del agua	El municipio de Pasaje deberá designar un responsable técnico para hacer los respectivos seguimientos y control del PMA.	Número de reporte al cumplimiento del PMA	Listas de chequeo de cumplimiento del PMA, registro fotográfico	Permanente

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES

- Con relación al primer objetivo específico, se establecieron tres puntos de monitoreo siguiendo la metodología de (Barreto, 2009) antes, durante y después del cuerpo hídrico en estudio, cada uno con una distancia del otro de 100 metros debido a la presencia de un afluente, logrando obtener un total de 6 monitoreos empezando con el mes de marzo hasta junio del año 2022.
- En cuanto respecta al segundo objetivo específico, se evaluó cada uno de los parámetros mediante análisis de laboratorio, obteniendo valores de 156mg/L para nitritos, de 30mg/L para nitratos, 1600 mg/L de coliformes fecales y presencia absoluta de material flotante, en el caso de los metales como el cadmio se encontraron concentraciones de 0,201mg/L y para hierro de 2,90mg/L, todos sobrepasando los límites permisibles de la normativa de las Tablas 2 y 3 de los criterios de calidad por lo que se considera que estas aguas no están aptas para estos dos tipos de usos.
- Además, se establecieron los niveles de contaminación mediante la aplicación del Índice de Calidad Ambiental del Agua (ICA) para los tres puntos de monitoreos cuyo resultado fue un nivel de levemente contaminado.
- Finalmente, y con todos estos resultados se realizó el Plan de Manejo Ambiental que contiene programas de prevención de impactos ambientales con diversas medidas de forma puntual y con un programa de monitoreo y seguimiento de estos impactos permitiendo así mejorar la calidad de este cuerpo hídrico.

CAPÍTULO VI

6 RECOMENDACIONES

- Se sugiere seguir con los monitoreos contantes e implementar más puntos de monitoreos que permitan identificar de que parte del cuerpo hídrico La Sabana provienen los contaminantes encontrados.
- Se recomienda aumentar los parámetros de monitoreos especialmente de metales pesados debido a la existencia de actividades antrópicas en el sector.
- Con ánimo de preservar la vida acuática se recomienda aplicar índices de calidad en base a los componentes bióticos.
- Se recomienda la aplicación del Plan de manejo ambiental presentado y su respectivo seguimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril Saltos, R. (2017). Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(2), 59–72.
- Acurio Méndez, S., & Arciniegas Solarte, K. (2015). Evaluacion de la remocion de nitritos y nitratos en muestras de agua del rio San Pedro canton Rumiñahui por microalgas clorofitas. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39079>
- Adauto Ureta, A. (2017). Evaluacion de la capacidad de adsorción de las arcillas organofílicas para la adsorción de nitratos y nitritos en soluciones acuosas.
- Aguilar-Garavito, M., & Ramirez, W. (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres.
- Ahmed, A. A., & Kit, Y. W. (2017). MICIE: A Model for Identifying and Collecting Intrusion Evidences. In *Proceedings - 12th International Conference on Signal Image Technology/and/Internet-Based/Systems/SITIS/2016*. <https://doi.org/10.1109/SITIS.2016.54>
- Albornoz, P., & Andrade, M. (2008). Geo Ecuador 2008 Informe sobre el estado del medio ambiente/In/Geo/Ecuador/2008(Vol.1)/Retrieved/from <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41444.pdf>
- Alvarado, E. (2017). Manual de Medición de Caudales.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Código Orgánico Del Ambiente. Registro Oficial Suplemento/983/1–92/Retrieved/from http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXOS/PROCU_CODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf
- Baird Rodger, E. R. (2017). Standard methods: For the examination of water and waste water. In *Analytical Biochemistry* (Vol. 186). [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(90\)90598-4](https://doi.org/10.1016/0003-2697(90)90598-4)
- Baque Mite, R., Simba Ochoa, L., Gonzalez Osorio, B., Suatunce, P., Diaz Ocampo, E., & Cadme Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador / Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9(20), 109–117. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>
- Barreto, P. (2009). Procedimiento De Muestreo De Agua Superficial. Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025, 4–7.
- Barreto Sáenz, P. (2010). Protocolo de monitoreo de agua.
- Bertrán, C., & Fernández, A. (2010). H2O Elixir de vida. Elementalwatson “La” Revista, 1, 41. Retrieved from file:///C:/Users//Downloads/Revista 1 N 1b.pdf
- Bokova, I., & Ryder, G. (2017). Aguas Residuales el Recurso Desaprovechado. In *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura* (Vol. 3)/Retrieved/from http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

- Boyacioglu, H. (2007). Development of a water quality index based on a European classification/scheme. *Water/SA/33(1)/101–106*.
<https://doi.org/10.4314/wsa.v33i1.47882>
- Brito Zamba, P. M. (2016). Análisis de agua Río Palenque por descargas de aguas servidas del Cantón Pasaje - Sector la Sabana. 112.
- Caicedo Sebastian, M. P. (2021). Formulación De Un Índice De Calidad Del Agua (Ica) a Partir De Parámetros Físicoquímicos . Estudio De Caso : Río Bogotá De Parámetros Físicoquímicos . Estudio De Caso : Río Bogotá. 1–90.
- Canata, M. G., Navarro, R., Velázquez, G., Rivelli, S., Rodríguez, F., Céspedes, A., ... Guillén, R. (2016). Molecular characterization of virulence factors of *Escherichia coli* isolates obtained from feces of children with gastroenteritis at the Institute for Social Welfare Central Hospital in 2012. *Pediatría (Asunción)*, 43(1), 13–17.
<https://doi.org/10.18004/ped.2016.abril.13-17>
- Cantuña Pazmiño, K. E. (2017). Caracterización físico, química y microbiológica de las aguas del canal principal de riego Tumbaco. 207. Retrieved from <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19040/1/CD-8437.pdf>
- Castillo Bessy, J. R. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Revista Espacios*, 41(10), 11.
- Cedeño Muñoz, A. (2020). Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador. 5(02), 579–604.
<https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1299>
- Chico Benavides, C. (2010). “Evaluación Cuantitativa Del Impacto De La Descarga Del Canal No. 15 De Aguas Lluvias En El Río Daule.” Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1158/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-18.pdf>
- Codigo Organico De Organizacion Territorial, C. (2019). Codigo Organico De Organizacion Territorial, Cootad. In Cpcocs. Retrieved from www.lexis.com.ec
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitucion de la republica del Ecuador*. Registro Oficial 449 de 20 Oct. 2008, 449(20), 1–136.
- Crombet Grillet, S., & Pérez Pompa, N. (2013). Redalyc. Caracterización de las aguas residuales de la comunidad “Antonio Maceo” de la Universidad de Oriente.
- Delgado Dennis, D. Z. (2020). Toxicidad del agua en el estuario del río Burro en la ciudad de Manta. 5(1), 305–316. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i1.1899>
- Donis Mejicanos, J. A. (2008). Importancia de la calidad físicoquímica y microrobilógica del agua potable del Municipio de Nueva Santa Rosa. 1–72. Retrieved from <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidos2008/INF-2008-009.pdf>
- Dourojeanni Axel, A. J. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. In *Serie Recursos Naturales e Infraestructura (Vol. 47)*. <https://doi.org/1680-9025>
- Edwin, G. (2015). Rendición de cuentas 2015. Agencia de Regulacion y Control Del Agua, Vol. 53, pp. 1689–1699.
- Fraga, I. (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.

- Frías, T. D. M. Q., & Montilla, L. C. (2016). "Evaluación De Los Parámetros Físicos, Químicos Y Microbiológicos En El Sector Puerto De Productores Río Itaya, Loreto – Perú 2014 -2015. *Psiquiatría Clínica*, 44(Publicado), 72–80.
- GAD, M. D. P. (2019). PDOT del Canton Pasaje 2019-2023.
- García, M., & Sánchez, F. (2016). Elagua/Retrieved/from <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Gertrudis Quispe. (2016). Evaluacion de la calidad fisico quimica y bacteriologica del agua de riego de la estacion experimental de cota cota.
- Gil, M., & Soto, A. (2012). Emerging contaminants in waters: effects and possible treatments *Contaminantes emergentes em águas, efeitos e possíveis tratamentos*. 7(2), 52–73. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Gil Marin, J., & Vizcaino, C. (2018). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, /Venezuela/Anales/Científicos/79(1), 111. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1146>
- González, M., & Saldarriaga, J. (2008). Remoción biológica de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en un sistema tipo anaerobio-anóxico-aerobio. *Revista EIA*, 5(10), 45–53. <https://doi.org/10.24050/reia.v5i10.209>
- GreenFacts. (1991). Recursos Hidricos: Resumen del 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. *Problemas de Recursos Hidricos*, (página 2), 1–9.
- Groot, G. (2017). Rehabilitación ecológica participativa de un arroyo urbano: efectos del trasplante y manejo de macrófitas sobre la retención de nutrientes y la estructura de la comunidad perifítica (Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales)/Retrieved/from https://hdl.handle.net/20.500.12110/seminario_nBIO001605_DeGroot
- Herberhold, M., Ji, G. -X, & Rheingold, A. L. (2007). Revision de parametros fisicoquimicos como indicadores de calidad y contaminacion del agua. *Chemische Berichte*, 27(3), 1. <https://doi.org/10.1002/cber.19911241016>
- Hernández, V., & Nélide, C. (2018). El río y su territorio. *Espacio de libertad: un concepto de gestión*. *Terra Nueva Etapa*, 34(56), 1012–7089. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72157132006>
- INEN 2169: 2013. (2013). Instituto Ecuatoriano de Normalizacion INEN 2169: 2013 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservacion de muestras. Retrieved from Instituto Ecuatoriano De Normalización website: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACIÓN-DE-MUESTRAS.pdf>
- Johandra Raquel Guillen-Rivas I. (2021). Estudio de los procesos de remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas: una revisión. 6(9), 1384–1407. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3118>
- León Carrasco, G. (2014). Diagnóstico de la calidad del agua de la microcuenca del río congüime y diseño de una propuesta de mitigación para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (ica brown) en la Provincia de Zamora Chinchipe cantón Paquisha.

- León Suárez, R. J. (2017). Inventario de plantas reomendadas para fitorremediación de coliformes fecales en aguas negras.
- Limon, P. J., & Webb, R. H. (1964). A Magnetic Resonance Experiment for the Undergraduate Laboratory. *American Journal of Physics*, 32(5), 361–364. <https://doi.org/10.1119/1.1970348>
- Mancera Quevedo, P. (2017). Obtención de un índice de calidad de agua (ICA) para las ciencias que forman parte de la zona inundable del río Magdalena en el Departamento del Atlántico-Colombia, a través de la aplicación del método Delphi.
- Marilyn, A., & Peña, R. (2016). Plan de caracterización fisicoquímica del río San Francisco desde su nacimiento en el páramo cruz verde hasta el final de su canalización superficial en el eje ambiental en la calle 13 con carrera décima en Bogotá, Colombia.
- Martínez, C., & Fernández, A. (2012). Caudales y variabilidad climática en una cuenca de latitudes medias en sudamérica: Río aconcagua, Chile Central (33°S). *Boletín de La AsociaciondeGeografosEspanoles*,(58), 227–248. <https://doi.org/10.21138/bage.2066>
- Méndez Delgado, F., & González, J. (2009). Evaluación de la calidad del agua de riego usada en los cultivos de arroz de la zona alta de la meseta de la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia). *Tumbaga*, 1(4), 73–84.
- Mero, M., Pernía, B., Ramírez-Prado, N., Bravo, K., Ramírez, L., Larreta, E., & Egas, F. (2019). Concentration of cadmium in water, sediments, eichhornia crassipes and pomacea canaliculata in the Guayas (Ecuador) river and tributaries. *Revista InternacionaldeContaminacionAmbiental*,35(3),623–640. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.09>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Registro Oficial 387 - AM 140. Acuerdo Ministerial 097-A, Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA), 1–184.
- Ministerio del ambiente del Perú. (2021). Limite maximo permisible.
- Monteluisa, K. R., & Sanchez, D. N. (2021). Diagnóstico de la calidad del agua del canal internacional zarumilla frente actividades antrópicas mediante parámetros fisicoquímicos y biológicos.
- Mora, D., Jimena, A., Gutiérrez, O., Rivera, P., Yuliana, N., Castro, S., ... Campos, A. U. (2018). Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica (IRCACH). 2.
- Nacional, A. (2014). Segundo Suplemento Sumario : Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. 31. Retrieved from www.asamblea.gob.ec
- Novillo, C., & Adrián, P. (2020). Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca hidrográfica del Río Tutanangoza mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos y la aplicación del ICA-NSF.
- Olaya Siguenza, E. A. (2021). Evaluación del estado trófico en aguas superficiales de uso agrícola de la microcuenca del río Palenque. Retrieved from [http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14733%0Ahttp://186.3.32.121/bitstream/48000/13770/1/BELDUMA BELDUMA VIVIANA ELIZABETH.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14733%0Ahttp://186.3.32.121/bitstream/48000/13770/1/BELDUMA%20BELDUMA%20VIVIANA%20ELIZABETH.pdf)
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas - Acuíferos. Sociedad GeográficadeLima,2–44,10.Retrievedfrom <https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp->

sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf

- Ormaza Coronel, kelvin J. (2019). Actualización del Plan de manejo ambiental de la reserva Biologica de Limoncocha. *Αγαη*, 8(5), 55.
- Ortiz Sánchez, J. (2017). Ecotoxicología Del Cadmio, Riesgo Para La Salud Por La Utilización De Suelos Ricos En Cadmio. Retrieved from <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/Javier Ortiz Sanchez.pdf>
- Peña & Meza. (2021). Aguas de contacto, efectos en la minería y el medioambiente. *Revista de La Facultad de Derecho*, (50), 0–2. <https://doi.org/10.22187/rfd2021n50a6>
- Peñafiel Romero, A. G. (2014). Evaluación de la Calidad del Agua del Río Tomebamba Mediante el Índice ICA del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Pérez Fuentes, M. del carmen, & Gázquez, J. J. (2018). Revisión del ductus arterioso persistente del prematuro. *Avances de Investigación En Salud a Lo Largo Del Ciclo Vital*, 11, 386. Retrieved from <https://www.formacionasunivep.com/Vcice/files/libro avances de investigacion.pdf#page=203>
- Porta, M. D. M., Gonfa, H., Llop, G., Española, R., Pública, D. S., Por, Y. A., ... Girones, R. (2017). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. 18.
- Quingaluisa Parra, R. E. (2019). Cuantificación de indicadores de contaminación fecal en ríos y canales de agua de riego de cinco provincias del Ecuador.
- Quiroz, L., Elena, I., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51 p.
- Ramos Escamilla. (2016). Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 1–10. Retrieved from www.ecorfan.org/spain,
- Rodrigo Herrera, C., & Pachecho Mollinedo, P. (2018). Guía de monitoreo participativo de la calidad de agua. *Unión Internacional Para La Conservación de La Naturaleza (UICN)*, 73.
- Rosero Córdova, K. J. (2015). Establecimiento de un nuevo índice de calidad de aguas basado en la presencia de diatomeas epilíticas y epifitas en los andes Ecuatorianos.
- Samaniego Astudillo, G. A. (2019). Análisis de la calidad de agua de la microcuenca del río Alcacay como herramienta de gestión de los recursos hídricos. 96. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32280>
- SENAGUA. (2016). Estrategia Nacional de Calidad del Agua. Ministerio de Ambiente, Ecuador, 97. Retrieved from <https://n9.cl/1klc>
- Suarez Murillo, Á. D. (2020). Contaminación ambiental del agua por el uso indebido de pesticidas agrícolas en plantaciones de banano en el Ecuador. Retrieved from <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6756>
- Torres, P., & Henán Cruz, C. (2018). CHAPTER 11: Time-dependent Restricted-active-space Self-consistent-field Theory for Electron Dynamics on the Attosecond Timescale. *RSC Theoretical and Computational Chemistry Series*, 2018-Janua(13), 386–423. <https://doi.org/10.1039/9781788012669-00386>
- UNESCO-WWAP. (2003). Agua para todos, agua para la vida. United Nations, 36. Retrieved from <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish->

129556s.pdf

- UNESCO. (2020). Agua y cambio climático - Datos y Cifras. WWAP En Nombre de ONU-Agua. Retrieved from <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2020/>
- Villacres, A., & Villamar, F. (2017). "Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de Chipipe, cantón Salinas Provincia de Santa Elena." <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Villalobos, V., & García, M. (2017). El Agua para la Agricultura de las Américas. In IICA (Vol. 1).
- Vizcaíno León, L. F. (1974). Índices de Calidad del Agua (ICA), Forma de Estimarlos y Aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala. *Water Resources*, (1971), 36. Retrieved from <http://goo.gl/Tr4Ty>
- Zambrano Hidalgo, D. (2010). Evaluación Y Análisis De La Calidad Del Agua Del Estuario Del Río Guayas. Retrieved from <http://201.159.223.180/bitstream/3317/1183/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-27.pdf>

ANEXOS

AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS				
PARAMETROS	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	µg/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	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
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
Materia 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	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/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 azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición	-

Anexo 1. Los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	PelículaVisible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ^{L2}	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN *		
		Ninguno	Ligero Moderado	Severo
Salinidad: (1)	<u>milimhos/cm</u>	<u>0,7</u>	<u>0,7-3,0</u>	<u>>3,0</u>
CE (2) SDT	<u>mg/l</u>	<u>450</u>	<u>450-2000</u>	<u>>2000</u>
(3)				
Infiltración: (4)				
<u>RAS=0-3yCE=</u>		<u>0, 7</u>	<u>0, 7-0,2</u>	<u><0,2</u>
<u>RAS=3-6yCE=</u>		<u>1,</u>	<u>1, 2-0,</u>	<u><0,3</u>
<u>RAS=6-</u>		<u>2</u>	<u>3,1,9 0</u>	<u><0,5</u>
<u>RAS=12-</u>		<u>2,9</u>	<u>2,9-1,3</u>	<u><1,3</u>
<u>20yCE=</u>		<u>5,0</u>	<u>5,0-2,9</u>	<u><2,9</u>
Toxicidad por iones	<u>meq/l</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0-9,0</u>	<u>>9</u>
específicos (5) Sodio:	<u>meq/l</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	
Irrigación superficial RAS (6).	<u>meq/l</u>	<u>4,0</u>	<u>4,0-10,0</u>	<u>>10</u>
Aspersión	<u>meq/l</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0 0,7-</u>	
Cloruros:	<u>mg/l</u>	<u>0,7</u>	<u>3,0</u>	<u>>3</u>
Irrigación superficial				
Aspersión				
Boro:				
Efectos misceláneos (7)				
<u>Nitrógeno (N NO₃)</u>	<u>mg/l</u>	<u>5,0</u>	<u>5,0-30,0</u>	<u>>30</u>
<u>Bicarbonato (HCO₃) Solo</u>	<u>meq/l</u>	<u>1,5</u>	<u>1,5-8,5</u>	<u>>8,5</u>
<u>aspersión</u>				
pH	Rango normal		<u>6,5-8,4</u>	

Anexo 2. Tabla 3 y 4 de Criterios de calidad de agua para riego agrícola.

Anexo 3. Recolección de muestras



Anexo foto 4. Botellas Ambar



Anexo 5. Cooler



Anexo 6. Equipo Multiparamétrico

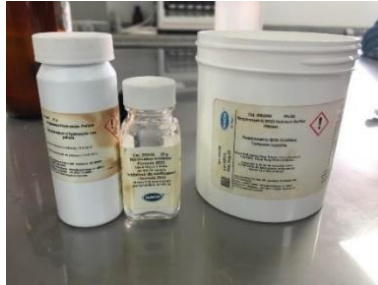


Anexo 7. Equipos para determinar la DQO

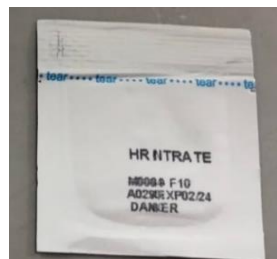


Anexo 8. Equipos para la determinación del DBO5





Anexo 9. Equipos para la determinación de nitratos y nitritos



Anexo 10. Materiales para determinar Hierro (Fe)



Anexo 11. Equipo para determinar Cadmio (Cd)



Anexo 12. Equipo Turbidímetro



Anexo 13. Equipo para determinar Dureza



Anexo 14. Equipo Hanna HI991300



Anexo 15. Equipos y materiales para determinar material flotante



Anexo 16. Equipos para determinación de coliformes fecales





Anexo 17. Número más probable de bacterias por 100 g (ml) del material analizado empleando 5 tubos inoculados con 10; 1; 0,1 ml o g de material

Pos* 10;1;0,1	NMP	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN
000	<1.8	100	2	200	4.5	300	7.8	400	13	500	23
001	1.8	101	4	201	6.8	301	11	401	17	501	31
002	3.6	102	6	202	9.1	302	13	402	21	502	43
003	5.4	103	8	203	12	303	16	403	25	503	58
004	7.2	104	10	204	14	304	20	404	30	504	76
005	9	105	12	205	16	305	23	405	36	505	95
010	1.8	110	4	210	6.8	310	11	410	17	510	33
011	3.6	111	6.1	211	9.2	311	14	411	21	511	46
012	5.5	112	8.1	212	12	312	17	412	26	512	64
013	7.3	113	10	213	14	313	20	413	31	513	84
014	9.1	114	12	214	17	314	23	414	36	514	110
015	11	115	14	215	19	315	27	415	42	515	130
020	3.7	120	6.1	220	9.3	320	14	420	22	520	49
021	5.5	121	8.2	221	12	321	17	421	26	521	70
022	7.4	122	10	222	14	322	20	422	32	522	95
023	9.2	123	12	223	17	323	24	423	38	523	120
024	11	124	15	224	19	324	27	424	44	524	150
025	13	125	17	225	22	325	31	425	50	525	180
030	5.6	130	8.3	230	12	330	17	430	27	530	79
031	7.4	131	10	231	14	331	21	431	33	531	110
032	9.3	132	13	232	17	332	24	432	39	532	140
033	11	133	15	233	20	333	28	433	45	533	180
034	13	134	17	234	22	334	31	434	52	534	210
035	15	135	19	235	25	335	35	435	59	535	250
040	7.5	140	11	240	15	340	21	440	34	540	130
041	9.4	141	13	241	17	341	24	441	40	541	170
042	11	142	15	242	20	342	28	442	47	542	220
043	13	143	17	243	23	343	32	443	54	543	280
044	15	144	19	244	25	344	36	444	62	544	350
045	17	145	22	245	28	345	40	445	69	545	440
050	9.4	150	13	250	17	350	25	450	41	550	240
051	11	151	15	251	20	351	29	451	48	551	350
052	13	152	17	252	17	352	32	452	56	552	540
053	15	153	19	253	26	353	37	453	64	553	920
054	17	154	22	254	29	354	41	454	72	554	1600
055	19	155	24	255	32	355	45	455	81	555	>1600

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Genesis Mirlet Salinas Delgado** portadora de la cédula de ciudadanía N.º 0706393204. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“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”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **10 de agosto de 2022**

F:.....

Genesis Mirlet Salinas Delgado

0706393204