



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

**VALORACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE
REGULACIÓN COMO MECANISMO DE SOSTENIBILIDAD DEL
ECOSISTEMA BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO ALTO DEL
NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES,
PARROQUIA QUIMIAG - CANTÓN RIOBAMBA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: LISBETH TATIANA LLUMIGUANO MIRANDA

DIRECTORA: DRA. LOURDES CUMANDÁ CARRERA BELTRÁN

Riobamba – Ecuador

2023

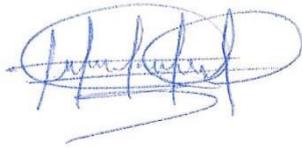
© 2023, **Lisbeth Tatiana Llumiguano Miranda**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Lisbeth Tatiana Llumiguano Miranda, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de junio del 2023



Lisbeth Tatiana Llumiguano Miranda.

060474243-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **VALORACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN COMO MECANISMO DE SOSTENIBILIDAD DEL ECOSISTEMA BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANOALTO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES, PARROQUIA QUIMIAG – CANTÓN RIOBAMBA**, realizado por la señorita: **LISBETH TATIANA LLUMIGUANO MIRANDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--|--|--------------|
| Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  | 2023-06-19 |
| Dra. Lourdes Cumandá Carrera Beltrán DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |  | 2023-06-19 |
| Ing. Silvana Paola Ocaña Coello ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |  | 2023-06-19 |

DEDICATORIA

El éxito alcanzado no es de una sola persona sino de varias por ese motivo quiero dedicar este logro a quienes en todo momento me brindaron sus consejos y apoyo incondicional. Dedico este trabajo a mis padres Carmita y Efrain, quienes son los pilares más importantes en mi vida, quienes me han brindado su apoyo y consejos a lo largo de mi vida siempre incentivándome a crecer día a día, a seguir adelante sin importar los obstáculos que se interpongan, llevándome con su esfuerzo a donde estoy hoy en día. A mi hermana Sheyla por ser mi luz y estímulo para seguir adelante con la culminación de esta meta tan anhelada. A mis amigos y amigas por todos aquellos momentos juntos por su apoyo incondicional y compañía que a la larga quedaran en nuestras memorias con gratos recuerdos.

Lisbeth

AGRADECIMIENTO

Eternamente agradecida con mis padres y hermana por brindarme la fortaleza necesaria para seguir adelante, por cuidarme, protegerme y tener fe en mí, para ellos infinitas gracias por ser el pilar fundamental en mi vida. A mi tutora Dra. Lourdes Cumandá Carrera Beltrán y asesora Ing. Paola Ocaña, por brindarme su guía por medio de sus conocimientos permitiéndome de esa manera lograr culminar de manera exitosa este proceso, gracias por su tiempo, comprensión y paciencia en cada uno de los momentos en que solicité su ayuda. A los grupos de investigación en conjunto GIADE y GITUR por permitirme participar de este proyecto de investigación en especial al Dr. Iván Ramos y a la Ing. Johana Londo por brindarme su apoyo para la obtención precisa de los resultados e información necesaria para el avance de este proceso. A mis amigas y amigos más cercanos que siempre han estado presentes cuando los he necesitado, gracias por su amistad, apoyo y calidez, con su compañía me han brindado momentos inolvidables por siempre las mejores personas que pude haber conocido. Gracias a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo principalmente a la Facultad de Ciencias y a todos sus docentes por la formación académica y profesional brindada a lo largo de mi carrera a todos eternamente agradecida.

Lisbeth

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xiii |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|--|----------|
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2. Limitaciones y delimitaciones..... | 3 |
| 1.3. Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i> | 3 |
| 1.3.2. <i>Objetivo específico</i> | 3 |
| 1.4. Justificación..... | 4 |
| 1.4.1. <i>Justificación teórica</i> | 4 |
| 1.4.2. <i>Justificación metodológica</i> | 4 |
| 1.4.3. <i>Justificación práctica</i> | 4 |
| 1.5. Hipótesis..... | 5 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| 2. MARCO TEÓRICO | |
| 2.1. Bases teóricas..... | 6 |
| 2.1.1. <i>Servicios ecosistémicos</i> | 6 |
| 2.1.2. <i>Tipos de servicios ecosistémicos</i> | 6 |
| 2.1.3. <i>Ventajas de adoptar el enfoque de servicios ecosistémicos</i> | 6 |
| 2.1.4. <i>Bosque siempreverde montano alto</i> | 7 |
| 2.1.5. <i>Uso de suelo (parroquia Quimiag)</i> | 7 |
| 2.1.6. <i>Amenazas y riesgos naturales y antrópicos</i> | 10 |
| 2.1.7. <i>Agricultura en Quimiag</i> | 12 |

| | |
|---|----|
| 2.1.8. <i>Riego</i> | 13 |
| 2.2. <i>Bases conceptuales</i> | 16 |
| 2.2.1. <i>Ecosistema</i> | 16 |
| 2.2.2. <i>Sostenibilidad</i> | 16 |
| 2.2.3. <i>Resiliencia</i> | 16 |
| 2.2.4. <i>Recurso hídrico</i> | 16 |
| 2.2.5. <i>Parámetros físicos de análisis del agua</i> | 17 |
| 2.2.5.1. <i>Color real</i> | 17 |
| 2.2.5.2. <i>Sólidos suspendidos totales</i> | 17 |
| 2.2.5.3. <i>Conductividad Eléctrica</i> | 17 |
| 2.2.5.4. <i>Turbiedad</i> | 18 |
| 2.2.6. <i>Parámetros químicos del análisis del agua</i> | 18 |
| 2.2.6.1. <i>Aceites y grasas</i> | 18 |
| 2.2.6.2. <i>Cromo hexavalente</i> | 18 |
| 2.2.6.3. <i>Fluoruro</i> | 18 |
| 2.2.6.4. <i>Arsénico</i> | 19 |
| 2.2.6.5. <i>Demanda de Química de Oxígeno (DQO)</i> | 19 |
| 2.2.6.6. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</i> | 19 |
| 2.2.6.7. <i>Hierro total</i> | 19 |
| 2.2.6.8. <i>Nitratos</i> | 20 |
| 2.2.6.9. <i>Nitritos</i> | 20 |
| 2.2.6.10. <i>Potencial de hidrogeno</i> | 20 |
| 2.2.6.11. <i>Sulfatos</i> | 21 |
| 2.2.6.12. <i>Cloro residual</i> | 21 |
| 2.2.6.13. <i>Fenoles</i> | 21 |
| 2.2.6.14. <i>Tensoactivos</i> | 21 |
| 2.2.6.15. <i>Amoníaco</i> | 22 |
| 2.2.6.16. <i>Oxígeno disuelto</i> | 22 |
| 2.2.7. <i>Parámetros biológicos del análisis del agua</i> | 22 |
| 2.2.7.1. <i>Coliformes fecales</i> | 22 |
| 2.2.8. <i>Recurso suelo</i> | 22 |
| 2.2.8.1. <i>Calidad del suelo</i> | 23 |
| 2.2.8.2. <i>Carbono orgánico total</i> | 23 |
| | |
| CAPÍTULO III | |
| | |
| 3. METDOLOGÍA | 24 |

| | |
|---|----|
| 3.1. Tipo de investigación | 24 |
| 3.2. Diseño de la investigación | 24 |
| 3.3. Diseño no experimental | 25 |
| 3.3.1. Identificación de variables | 25 |
| 3.3.2. Operacionalización de los objetivos | 25 |
| 3.3.3. Localización del área de estudio | 26 |
| 3.3.3.1. Ubicación geográfica | 26 |
| 3.3.3.2. Límites | 26 |
| 3.3.3.3. Características climáticas | 27 |
| 3.3.3.4. Clasificación ecológica | 27 |
| 3.3.3.5. Población de estudio | 28 |
| 3.3.3.6. Tamaño de la muestra | 28 |
| 3.3.4. Método de muestreo | 28 |
| 3.3.4.1. Muestreo simple (recurso hídrico) | 28 |
| 3.3.4.2. Muestreo aleatorio simple (recurso suelo) | 29 |
| 3.3.5. Técnica de recolección de datos | 29 |
| 3.3.5.1. Laboratorio para recolección de datos de agua y suelo | 29 |
| 3.3.5.2. Toma de muestras de agua | 29 |
| 3.3.5.3. Identificación de las muestras de agua | 30 |
| 3.3.5.4. Metodologías para el monitoreo de aguas | 30 |
| 3.3.5.5. Preceptos para tener en cuenta durante el monitoreo | 30 |
| 3.3.5.6. Recolección de datos del recurso del suelo | 31 |
| 3.3.5.7. Recomendaciones para tomas de muestras de suelo | 31 |
| 3.3.5.8. Equipos operados manualmente | 31 |
| 3.3.5.9. Procedimiento de Toma de Muestra de Suelo | 32 |
| 3.3.6. Análisis estadístico | 32 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|----|
| 4. RESULTADOS | 33 |
| 4.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados | 33 |
| 4.1.1. Datos estadísticos de análisis de agua. | 33 |
| 4.1.2. Datos estadísticos del análisis de carbono orgánico en el suelo. | 43 |
| 4.1.3. Análisis estadístico de la encuesta aplicada a los pobladores de la zona de estudio ... | 48 |
| 4.2. Discusión | 52 |
| 4.3. Comprobación de la hipótesis | 54 |

| | |
|------------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 56 |
| RECOMENDACIONES | 57 |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2-1. Uso del suelo..... | 8 |
| Tabla 2-2. Usos de suelo de la parroquia Quimiag. | 8 |
| Tabla 2-3. Síntesis de componente, problemas y potencialidades | 10 |
| Tabla 2-4. Sistema hídrico de riego..... | 13 |
| Tabla 3-1. Operacionalización de los objetivos | 25 |
| Tabla 4-1. Resultados obtenidos en el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua | 33 |
| Tabla 4-2. Coordenadas en UTM de los puntos de muestras para el análisis del agua | 35 |
| Tabla 4-3. Datos estadísticos de parámetros del con datos para uso estadístico de correlación en el presente estudio | 41 |
| Tabla 4-4. Análisis de varianza entre parámetros de agua..... | 42 |
| Tabla 4-5. Análisis estadístico de los datos obtenidos sobre carbono orgánico en el suelo de los diferentes puntos de muestreo. | 46 |
| Tabla 4-6. Análisis de varianza de datos de carbono orgánico. | 47 |
| Tabla 4-7. Diagrama de cajas de los tres grupos de puntos de muestreo con respecto al carbono orgánico..... | 47 |
| Tabla 4-8. Encuesta realizada a 80 pobladores dentro de la zona de estudio | 48 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 2-1. Mapa de Sistemas de riego | 15 |
| Ilustración 2-2. Mapa de Áreas de Producción | 15 |
| Ilustración 3-1. Mapa de la ubicación geográfica de la parroquia Quimiag | 27 |
| Ilustración 4-1. Puntos de muestreo del recurso agua en la parroquia de Quimiag-Ecuador..... | 35 |
| Ilustración 4-2. Concentración de hierro total en los 9 puntos de muestreo | 36 |
| Ilustración 4-3. Concentración de los datos de fluoruros en los 9 puntos de muestreo | 36 |
| Ilustración 4-4. Concentración de los datos de color real en los 9 puntos de muestreo | 37 |
| Ilustración 4-5. Concentración de los datos de pH en los 9 puntos de muestreo | 38 |
| Ilustración 4-6. Concentración de los datos de oxígeno disuelto en los 9 puntos de muestreo.. | 38 |
| Ilustración 4-7. Concentración de los datos de sólidos suspendidos totales en los 9 puntos de muestreo | 39 |
| Ilustración 4-8. Concentración de los datos de conductividad eléctrica en los 9 puntos de muestreo. | 40 |
| Ilustración 4-9. Concentración de los datos de turbiedad en los 9 puntos de muestreo | 40 |
| Ilustración 4-10. Diagrama de cajas de las diferentes concentraciones entre parámetros fisicoquímicos del agua..... | 43 |
| Ilustración 4-11. Datos obtenidos del análisis del porcentaje de carbono orgánico en el suelo. | 43 |
| Ilustración 4-12. Porcentaje del carbono orgánico total en la parroquia de Quimiag-Ecuador.. | 46 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 1

ANEXO B: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 2

ANEXO C: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 3

ANEXO D: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 4

ANEXO E: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 5

ANEXO F: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 6

ANEXO G: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 7

ANEXO H: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 8

ANEXO I: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 9

ANEXO J: PARAMETROS

ANEXO K: PUNTOS

ANEXO L: HIERRO TOTAL

ANEXO M: FLUORUROS

ANEXO N: COLOR REAL

ANEXO O: P

ANEXO P: OXÍGENO DISUELTO

ANEXO Q: SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

ANEXO R: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

ANEXO S: TURBIEDAD

ANEXO T: TABLA DE PARAMETROS

ANEXO U: FORMATO DE ENCUESTA

ANEXO V: MATERIAL FOTOGRÁFICO

RESUMEN

En esta investigación se examina el papel del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto en la regulación hidrológica en el norte de la cordillera oriental de los Andes, en la Parroquia Quimiag - Cantón Riobamba, por lo tanto, se evalúa cómo esto contribuye a la sostenibilidad ambiental y social de la zona. La metodología aplicada tuvo un enfoque cuantitativo, se analizó los componentes fisicoquímicos del agua y del suelo que están relacionados con la regulación hidrológica del Bosque Siempreverde Montano Alto, se midió el confort térmico e hídrico de la población mediante pruebas estadísticas que comparan variables meteorológicas con percepciones subjetivas, y se establece el nivel de importancia que los actores involucrados dan al servicio de regulación utilizando información secundaria y criterios de valoración. Los resultados mostraron que en cuanto a la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua se encuentran dentro de los límites permisibles según la normativa ambiental vigente, lo que a su vez sugiere que el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto proporciona importantes servicios de regulación hidrológica y contribuye a la sostenibilidad ambiental y social de la zona, por otro lado, los resultados obtenidos a partir del análisis de varianza (ANOVA) del suelo evidencian una diferencia significativa en los niveles de carbono orgánico en función de la ubicación y uso del suelo . Se concluye que la conservación de estos servicios ecosistémicos contribuye a la sostenibilidad ambiental y mejora en la gestión de los recursos hídricos en el lugar.

Palabras clave: <BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO>, <REGULACIÓN HIDROLÓGICA>, <SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL>, <COMPONENTES FISICOQUÍMICOS>, <CONFORT TÉRMICO>, <CONFORT HÍDRICO>, <POBLACIÓN>, <PERCEPCIONES SUBJETIVAS>.

1649-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

This research examines the role of the High Montane Evergreen Forest ecosystem in hydrological regulation in the north of the eastern cordillera of the Andes, in the Quimiag Parish of the Riobamba Canton. It is evaluated how this contributes to the environmental and social sustainability of the area. The applied methodology had a quantitative approach; the physicochemical components of water and soil related to the hydrological regulation of the High Montane Evergreen Forest were analyzed. The thermal and hydric comfort of the population was measured through statistical tests that compare meteorological variables with subjective perceptions, and the level of importance that the actors involved give to the regulation service is established using secondary information and valuation criteria. The results showed that in terms of the evaluation of the physicochemical parameters of the water, they are within the permissible limits according to the current environmental regulations, which in turn suggests that the Bosque Siempreverde Montano Alto ecosystem provides essential hydrological regulation services and contributes to the environmental and social sustainability of the area; On the other hand, the results obtained from the analysis of variance (ANOVA) of the soil show a significant difference in the levels of organic carbon depending on the location and use of the soil. It is concluded that the conservation of these ecosystem services contributes to environmental sustainability and improvement in the management of water resources in the place.

Keywords: <HIGH MOUNTAIN EVERGREEN FOREST>, <REGULATION>, <HYDROLOGICAL>, <ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY>, <PHYSICOCHEMICAL COMPONENTS>, < THERMAL COMFORT>, <WATER COMFORT>, <POPULATION>, <SUBJECTIVE PERCEPTIONS>.



Ing. Paul Obregón. Mgs
0601927122

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas bosque siempre montanoalto del norte de la Cordillera Oriental de los Andes representan una fuente invaluable de biodiversidad y servicios ambientales esenciales para la sostenibilidad de la vida en nuestro planeta. Estas áreas albergan una gran cantidad de especies endémicas que cumplen un papel importante en la regulación de una variedad de procesos ecológicos beneficiosos tanto para la sociedad como para la naturaleza (Castro, 2019).

Situado en la parroquia Quimiag del cantón Riobamba, el bosque siempre verde montanoalto que se encuentra en el norte de la Cordillera Oriental de los Andes es un tesoro natural de gran valor ecológico y cultural. Este ecosistema alberga una gran biodiversidad y proporciona una variedad de servicios ambientales esenciales para la sostenibilidad y el bienestar de las comunidades locales. La regulación es uno de estos servicios importantes, ya que es un mecanismo esencial para mantener el equilibrio, la estabilidad de los procesos ecológicos y juega un papel fundamental en la protección de este frágil entorno (Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiag, 2019).

En los últimos años, la rápida expansión de actividades humanas como la agricultura, la ganadería y la urbanización ha ejercido una creciente presión sobre este frágil ecosistema, poniendo en peligro su integridad y la continuidad de los servicios que proporciona. La falta de una evaluación adecuada del servicio de regulación ecosistémica ha provocado un desequilibrio en los patrones climáticos, la pérdida de hábitats y la disminución de la calidad del agua. Esto ha tenido un impacto negativo tanto en la naturaleza como en las comunidades locales que depende de estos recursos para su subsistencia (Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiag, 2019).

Este estudio tiene como objetivo aumentar la conciencia sobre el valor del ecosistema bosque siempre verde montanoalto y sus servicios de regulación para el bienestar de las comunidades locales. Además, se tiene como objetivo analizar los distintos parámetros fisicoquímicos y biológicos del recurso agua y suelo, como también conocer por medio de la entrevista las percepciones subjetivas en cuanto al confort térmico e hídrico que ofrece el ecosistema con la intención de establecer una base sólida para la toma de decisiones. En la parroquia Quimiag del cantón Riobamba, surge la valoración del servicio ecosistémico de regulación como una herramienta clave para promover la conservación de los bosques, la restauración de áreas degradadas y la promoción de prácticas sostenibles en la zona.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Mediante el transcurso del tiempo reciente se ha producido un aumento en la valoración de la preservación de los recursos naturales a escala mundial, en respuesta a la creciente sensibilización sobre la relevancia que tienen ecosistemas para el bienestar de la sociedad. A pesar de que los hábitats pueden ser resistentes, se reconoce que la resiliencia no garantiza su salud a largo plazo (Yancha Morales, 2021). En tal sentido, la valoración de los servicios ecosistémicos es un instrumento importante para Valorar los bienes y servicios suministrados por los entornos y promover los provechos que la población obtiene de forma directa o indirecta a partir de las funciones que ejercen. (Camacho Valdez et al., 2011).

En Ecuador, un país megadiverso, se han implementado medidas para la gestión sostenible y un uso llevadero de aquellos recursos obtenidos de la naturaleza, así garantizar una continuidad de los servicios ecosistémicos además de la conservación de la biodiversidad (Food and Agriculture Organisation, 2022). La parroquia Quimiag, perteneciente al cantón Riobamba, alberga el ecosistema del Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera oriental andina, donde la contaminación es un problema que puede ser mitigado con políticas adecuadas de gestión de residuos y la sensibilización de la población (Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiag, 2019). Es fundamental reconocer la importancia de los hábitats presentes en la parroquia Quimiag, ya que son esenciales para el bienestar de sus habitantes. Sin embargo, la falta de discernimiento acerca de la protección de la naturaleza ha afectado específicamente a aquellos servicios naturales que inciden en los recursos hídricos y del suelo, que son utilizados para diferentes actividades como la agricultura y la ganadería, lo que amenaza gravemente al Bosque Siempreverde Montano Alto.

La problemática planteada es que los ecosistemas de la zona enfrentan diversas amenazas temporales y permanentes, como el deslizamiento causado por el riego por gravedad, los incendios forestales, el pastoreo excesivo y el uso de agroquímicos (Sistema Nacional de Información, 2020). Estos sucesos han provocado una disminución en los caudales y vertientes de agua en los últimos años, lo que ha reducido el tiempo de riego de los cultivos en las partes bajas de las comunidades. Además, el suministro de agua a la población puede provocar enfermedades causadas por la presencia de factores biológicos en el agua. Asimismo, ha sido percibida una

expansión de la frontera agrícola, lo que ha provocado la fragmentación del hábitat y la falta de análisis de suelos para determinar alternativas productivas y diversificación de productos. Por lo tanto, se plantea la necesidad de valorar el servicio ecosistémico de regulación como mecanismo de sostenibilidad del ecosistema de la parroquia Quimiag.

1.2 Limitaciones y delimitaciones

La presente investigación se enfoca en la recolección y posterior estudio de los datos del ecosistema ubicado en Quimiag, utilizando estrategias específicas para evaluar la calidad actual en que se encuentran los recursos suelo y agua dentro del área de estudio. Dado que la indagación es no experimental y se basa en la observación de datos obtenidos por muestreo, existen ciertas limitaciones a considerar, entre ellas, la imposibilidad de realizar un análisis exhaustivo del suelo del ecosistema, ya que el estudio se centrará únicamente en el carbono orgánico total y no se tendrán en cuenta otros parámetros de calidad. Además, la búsqueda estará limitada al área específica de estudio, lo que implica que los resultados y conclusiones obtenidos no podrán ser extrapolados a otras zonas o ecosistemas equivalentes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Estudiar el servicio ecosistémico de regulación hidrológica del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera oriental de los andes, Parroquia Quimiag - Cantón Riobamba, determinando así su contribución a la sostenibilidad ambiental y social de la zona.

1.3.2 Objetivo específico

- Analizar los componentes fisicoquímicos del agua y del suelo relacionados con la regulación hidrológica del Bosque Siempreverde Montano Alto.
- Establecer el confort térmico e hídrico de la población mediante pruebas estadísticas entre variables meteorológicas y percepciones subjetivas.
- Definir el nivel de importancia del servicio de regulación por parte de los actores involucrados usando información secundaria y criterios de valoración.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

Los ecosistemas, con o sin la participación de las personas, ofrecen beneficios esenciales para la humanidad y tienen interacciones complejas, según Yancho (2021) y Castro (2019). El análisis de los servicios ecosistémicos busca brindar una importancia relativa a cada uno de ellos considerando su aporte al bienestar humano y natural. En este sentido, el propósito de esta investigación es reforzar el conocimiento sobre la importancia del Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera de los Andes, ubicado en la parroquia Quimiag, a sus habitantes. Esto se debe a que el Gobierno Descentralizado de Quimiag muestra gran interés en estos servicios, dado que la población depende de ellos en gran medida. La presente investigación permitirá entender la importancia de este servicio ecosistémico, identificar la relación entre las variables meteorológicas y las percepciones subjetivas, y conocer la opinión de los habitantes sobre el bosque.

1.4.2 Justificación metodológica

La metodología utilizada en este estudio es importante porque permite obtener resultados precisos y confiables que pueden ser replicados por otros investigadores en diferentes regiones geográficas y ecosistemas similares afectados por la ganadería. La utilización de un muestreo simple asegura una selección aleatoria y representativa de las muestras, lo que asegura la veracidad de los resultados obtenidos. Además, el análisis exhaustivo de parámetros fisicoquímicos presentes en las muestras de agua y suelo permite una evaluación detallada de la calidad del ecosistema y del grado de contaminación generado por la actividad ganadera. Estos análisis son fundamentales para comprender la magnitud del impacto de la ganadería en el ecosistema y para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y conservación que pueden ser aplicadas en otras regiones afectadas por la misma problemática.

1.4.3 Justificación práctica

El proyecto se realizará en colaboración con el Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo (GIAD), lo que permitirá que los hallazgos obtenidos contribuyan al progreso de la investigación en el campo de conservación y preservación de ecosistemas. Además, los hallazgos de la investigación podrían ser empleados por otros investigadores y organizaciones para continuar el

estudio en otras áreas geográficas y evaluar la calidad del ecosistema. La información obtenida en este estudio también se difundirá a los habitantes de la parroquia con el fin de fomentar la concienciación acerca de la relevancia de preservar y preservar el ecosistema.

1.5 Hipótesis

La valoración de los servicios de regulación ecosistémica, mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos del agua y suelo del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera de los andes en la parroquia Quimiag, contribuirá significativamente a la sostenibilidad y preservación del ecosistema, lo que a su vez generará beneficios para el bienestar humano.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 *Servicios ecosistémicos*

Los servicios ecosistémicos se definen como los diversos servicios que un grupo de seres vivos y su entorno proporcionan a las personas, resultado de procesos naturales de los entornos naturales siendo la base aplicada en los sistemas agrícolas, alimentarios y de calidad de vida y deben ser mantenidos, defendidos y/o restaurados para asegurar su prestación. La conservación de la biodiversidad es fundamental para evitar cambios significativos en el sistema terrestre y debe ser la finalidad principal del desarrollo humano (Castro, 2019).

2.1.2 *Tipos de servicios ecosistémicos*

Existen cuatro tipos de servicios ecosistémicos:

- **Aprovisionamiento:** trata de los recursos brindados por la naturaleza que se emplean en el área de alimentos, vivienda, agricultura, madera, entre otros, son conocidos como tales debido a su origen en la naturaleza (Izurieta et al., 2018).
- **Regulación:** son los procesos naturales que proporcionan confort a la población, como regulación del ciclo hidrológico, captura de carbono y purificación del aire (Izurieta et al., 2018).
- **Soporte:** son aquellos servicios que proveen los ecosistemas para crear otros servicios ecosistémicos son fundamentales, ya que estos servicios brindan hábitats vitales para las plantas y animales que sustentan los ecosistemas (Izurieta et al., 2018).
- **Culturales:** son aquellos que las personas reciben por parte de los ecosistemas, estos incluyen recreación, la identidad cultural, las experiencias espirituales, así como oportunidades turísticas y recreativas (Izurieta et al., 2018; Rincón-Ruíz et al., 2014).

2.1.3 *Ventajas de adoptar el enfoque de servicios ecosistémicos*

El enfoque de servicios ecosistémicos brinda múltiples beneficios significativos. En primer lugar, permite una identificación más exhaustiva de los servicios ecosistémicos que las personas obtienen, resaltando aquellos valores que a menudo han pasado desapercibidos. En segundo lugar, este enfoque fomenta la comprensión de que los seres humanos dependen de los hábitats y que el

deterioro actual de biodiversidad es dañino para el bienestar social. Es fundamental tener en cuenta que existen límites planetarios que la humanidad no debe sobrepasar para asegurar un futuro sostenible. Además, la valoración monetaria y no monetaria de estos servicios permite la toma de mejores decisiones de compensación mediante procesos de política pública (Avendaño, 2020).

2.1.4 *Bosque siempreverde Montano Alto*

Es un ecosistema singular que se clasifica como un tipo de bosque siempreverde con una altura media a baja del dosel que alcanza de 10 a 15 metros. Uno de los rasgos más notables de este ecosistema es la existencia de troncos gruesos y, algunas veces, torcidos, así como raíces adventicias. Además, hay varias áreas dentro de este medio que se destacan debido a la alta dominancia de ciertas especies, como Bromeliaceae, Orchidiaceae y briofitos. Esta combinación de rasgos confiere al Bosque Siempreverde Montano Alto un valor ecológico y de biodiversidad inigualable (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

2.1.5 *Uso de suelo (parroquia Quimiag)*

La información sobre el uso del suelo actual fue adquirida mediante un proceso de georreferenciación realizado en la creación de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, en colaboración con la ciudadanía de las distintas comunidades (se ha verificado la fiabilidad de estos datos mediante su comparación con ortofotografías) el uso del suelo en Quimiag, es principalmente para la actividad de agricultura y pastoreo. En la parroquia, aproximadamente el 30% del terreno se destina a la agricultura, lo que ha propiciado la aparición de empresas dedicadas a la elaboración de productos lácteos y quesos gracias a la existencia de pastos para el ganado. Asimismo, este páramo es crucial para la población local, ya que aporta el 25% del suministro de agua potable destinada al consumo humano, y gran parte de territorio se dedica a proyectos de preservación a nivel nacional. La vegetación arbustiva presente únicamente en esta zona sirve como hábitat de especies de fauna autóctona. Sin embargo, con el paso del tiempo, se ha producido una pérdida progresiva de esta vegetación debido a la necesidad de encontrar terrenos para la agricultura, incluso en zonas de producción de alto riesgo.

Tabla 2-1: Uso del suelo

| USO ACTUAL DE SUELO | SUPERFICIE (HA) | PORCENTAJE |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Páramo | 3259.01 | 23.4 |
| Pastos | 5106.42 | 36.6 |
| Cultivos | 1525.37 | 10.9 |
| Pastos y Cultivos | 67.68 | 0.42 |
| Zonas de vegetación arbustiva | 226.16 | 1.6 |
| Zona de rivera de río | 17.9 | 0.1 |
| Zona poblada | 31.77 | 0.2 |
| Zona de afloramiento rocoso | 1875.66 | 13.4 |
| Bosque plantado | 638.75 | 4.6 |
| Bosque natural | 1027.66 | 7.4 |
| Cuerpos de Agua | 39.75 | 0.3 |
| Arcas de conservación | 133.5 | 0.98 |
| Total | 13949.7 | 100 |

Fuente. Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiag, 2019.

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Tabla 2-2: Usos de suelo de la parroquia Quimiag

| Cobertura | Principales usos | Observaciones | Principales cambios |
|---------------------|---|--|--|
| Áreas agropecuarias | Siembra de alimentos primera necesidad, se observa la presencia de vacas lecheras, suelos con suficiente agua riego y apta para cualquier producto y crianza ganado | Suelos con suficiente agua de riego y aptos para cualquier producto y cría de ganado lechero y especies menores. | Uso excesivo de químicos en el suelo y quema de pajonales para nuevos cultivos |

| | | | |
|---------------------------------|---|---|---|
| Bosques | Leña y cortinas rompe vientos en algunas comunidades. | Los bosques de la parroquia son de carácter nativo en algunas zonas las cuales se han ido degradando en los años anteriores. Y el peligro de la tala que sufren cada año. | Nuevos proyectos de recuperación de áreas de bosques talados en años anteriores |
| Grupos de agua | Turismo de los complejos lacustres que se encuentran cerca de la parroquia | Complejo La cumbre en la entrada al parque nacional Sangay y cerca de nuestra parroquia se encuentran los accesos. | No se ha impulsado proyectos que fomenten el turismo en la zona y se ha generado propuestas de proyectos turísticos poco desarrollados. |
| Zonas de páramo (eriales) | Aprovechamiento de agua, turismo comunitario y proyectos nacionales de protección | Páramos afectados por no respetar la frontera agrícola y no generar propuestas de alternativas de producción a los agricultores y ganaderos en la tecnificación de cría de ganado | Ingreso de zonas de paramos a proyectos de conservación, incentivar el turismo por medio de un proyecto de reconocimiento de senderos. |
| Vegetación arbustiva y herbácea | leña, plantas medicinales | No hay propuestas y la cobertura sigue intacta, hogar de especies de aves y mamíferos nativos de la zona. | Quema de áreas para siembras |

Fuente. Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiag, 2019.

Realizado por: Llumiguano L., 2023

2.1.6 Amenazas y riesgos naturales y antrópicos

La parroquia Quimiag enfrenta varias amenazas y riesgos, tanto naturales como antrópicos. Entre las principales amenazas se encuentran las fallas geológicas en Tumba, Chañag, Balcashi y Guntuz, la sequía y las heladas debido a su clima mesodérmico-semihúmedo, y la contaminación causada por residuos orgánicos e inorgánicos generados en la parroquia. Además, la parroquia es propensa a deslizamientos y derrumbes debido a las pendientes montañosas con inclinaciones superiores al 70% en casi el 60% del territorio, lo que ha afectado a comunidades como Tumba San Francisco, Barrio El Paraíso y Chañag San Miguel, siendo estas últimas reasentadas en nuevos espacios como Valle Hermoso. También se han registrado casos de déficit hídrico y de incendios forestales, como el ocurrido en Balcashi en el año 2016 que consumió 160 hectáreas de cobertura vegetal (Ministerio de Defensa del Ecuador, 2016).

La falta de herramientas meteorológicas precisas para predecir heladas y la disminución de caudales de agua afectan a productores de la zona, quienes han experimentado pérdidas en sus cultivos. Asimismo, la contaminación puede ser controlada con políticas y reglamentos de gestión de residuos y una mayor conciencia de la población. Por otro lado, la parroquia ha enfrentado dificultades en su desarrollo económico debido a los paros y protestas sociales que han afectado la producción y transporte de leche, siendo esta la principal actividad económica.

Se debe resaltar que en la parroquia no existe una estrategia organizada en conjunto con los diferentes niveles gubernamentales y entidades públicas encargados de la gestión de riesgos, lo que muestra la urgencia de aplicar medidas que posibiliten la prevención y disminución de los impactos de las amenazas identificadas.

Tabla 2-3: Síntesis de componente, problemas y potencialidades

| Variable | Problemas | Potencialidades |
|---------------------|--|--|
| Relieve | Problemas de pendientes muy pronunciadas que afectan la producción agrícola | Atractivos naturales con potencial turístico por su geografía. |
| Cobertura de suelos | Uso excesivo de químicos en el suelo Avance de la frontera agrícola. Falta de análisis de suelos para determinar alternativas productivas y diversificación de productos | Los suelos son productivos para la actividad agrícola y pecuaria |

| | | |
|--|--|---|
| Factores climáticos | Falta de una estación meteorológica que ayude a predecir factores climáticos en la parroquia. | El clima es un factor determinante para que la mayor parte de los suelos sean productivos y tengan agua para mantener un nivel adecuado de carga hídrica en los páramos existentes. |
| Agua | Organizaciones administrativas del agua de consumo no documentan legalmente. Sistemas de agua de riego y consumo sin mantenimiento. Escasez de agua para riego y consumo. Falta de sistema de compensación para conservar los activos ambientales. Empresas lácteas y alcantarillado descargan aguas residuales en las comunidades y cabecera parroquial | La parroquia genera activos ecológicos ambientales que generan actividad económica hacia la parroquia y la ciudad. El sistema hídrico influye en fomentar el potencial turístico de la parroquia. |
| Ecosistemas frágiles, servicios ambientales y territoriales bajo conservación o manejo ambiental | Falta de normativa que regule a la población para conservar los ecosistemas que se encuentren afectados por el avance de la frontera agrícola. | La parroquia genera activos ecológicos ambientales que generan actividad económica hacia la parroquia y la ciudad. El sistema hídrico influye en fomentar el potencial turístico de la parroquia. Potencial turístico ambiental de la parroquia |
| Recursos naturales no renovables existentes de valor energético, económico y/o ambiental | Minas que no están en proceso de cierre técnico y recuperación vegetativa por parte de las entidades que tienen los libros | Existencia de lugares para extraer material pétreo para construcción y lastre para mantenimientos viales en una |

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| | aprovechamientos. Falta de proyectos coordinados entre la EERSA y el GAD Quimiag para recuperación de áreas degradadas dentro del área de influencia de la central rio blanco | parroquia donde la mayor parte es de tierra y lastrada. |
| Amenazas, vulnerabilidad, riesgos | El territorio tiene pendientes pronunciadas lo que, a provocado procesos de derrumbes en zonas pobladas, junto a las vías principales y falta de predios para reasentamientos. Presencia húmeda por el clima y lo provoca desprendimientos. No se cuenta con sistemas de alarmas tempranas de riesgo. | Geología del territorio es atractiva por los elementos geográficos que posee y el potencial que esta tiene para el turismo |

Fuente. Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiag, 2019

Realizado por: Llumiguano L., 2023

2.1.7 Agricultura en Quimiag

La producción agrícola se centra en cultivos como el maíz, fréjol, papas, cebada, trigo, habas, arvejas y hortalizas. También se cultivan frutas como duraznos, peras y manzanas. La mayoría de las actividades agrícolas son realizadas por pequeños productores que utilizan técnicas tradicionales y mano de obra familiar. La parroquia cuenta con numerosos asentamientos humanos que practican tanto la agricultura permanente como la de ciclo corto o transitorio y que según los datos recopilados por el GADPR Quimiag en 2019, se observa una gran cantidad de cultivos en la zona. En la parroquia, hay alrededor de 10 organizaciones productivas identificadas por el MAG. En su mayoría, estas organizaciones han recibido apoyo de proyectos productivos del GAD Quimiag y el Ministerio de Agricultura, los cuales han sido fortalecidos y ahora cuentan con una estructura organizacional bien definida.

2.1.8 Riego

Los sistemas de riego en la parroquia de Quimiag han sido diseñados con el propósito de alcanzar una eficacia máxima en la utilización del agua y para adecuarse a las particularidades geográficas y climáticas de la región.

Tabla 2-4: Sistema hídrico de riego

| CÓDIGO DEL SISTEMA | NOMBRE DEL SISTEMA | SUBCUENCA | UNIDAD HIDROGRÁFICA | QUEBRADA | CAPTACIONES | TIPO DE USO | ORGANISMO ADMINISTRADOR | NUMERO DE USUARIOS |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 270101 | Riego la Laguna | Río Chambo | R. Blanco | R. Blanco | 1 | Riego | Junta de Riego Luna | 3 |
| 260105 | Junta de Regantes Balcashi | Río Chambo | Q. de Gusu | Q. de Gusu | 1 | Riego | Junta de Regantes Balcashi | 82 |
| 260106 | Sistema de Riego Quimiag Chambo | Río Chambo | R. Blanco | R. Blanco | 1 | Riego | Junta General del Usuario Rio Blanco | 1800 |
| 260109 | Junta general de Guntus (Torna 9) | Río Chambo | Q. de Gusu | Q. de Gusu | 0 | Riego | Junta General de Guntus (Torna 9) | 90 |

| | | | | | | | | |
|--------|--|------------|---------------|---------------|---|-------|--------------------------------------|------|
| 260108 | Junta de Regantes Balcashi (rama/Quimiang) | Río Chambo | Q. de Gusu | Q. de Gusu | 0 | Riego | Junta de Regantes Balcashi | 700 |
| 250104 | Sistema Riego San Pedro de Lluccud | Río Chambo | Q. de Puchuan | Q. de Puchuan | 2 | Riego | J.A.A.R San Pedro de Lluccud | 500 |
| 250105 | Sistema de Riego Quimiang Chambo. | Río Chambo | R. Blanco | R. Blanco | 0 | Riego | Junta General del Usuario Rio Blanco | 1800 |
| 240120 | Sistema de Riego Quimiang Chambo | Río Chambo | Q. Cachipata | Q. Cachipata | 0 | Riego | JUNTA GENERAL DEL USUARIO RIO BLANCO | 1800 |

Fuente. Gobierno Descentralizado de la Parroquia de Quimiang, 2019

Realizado por: Llumiguano L., 2023

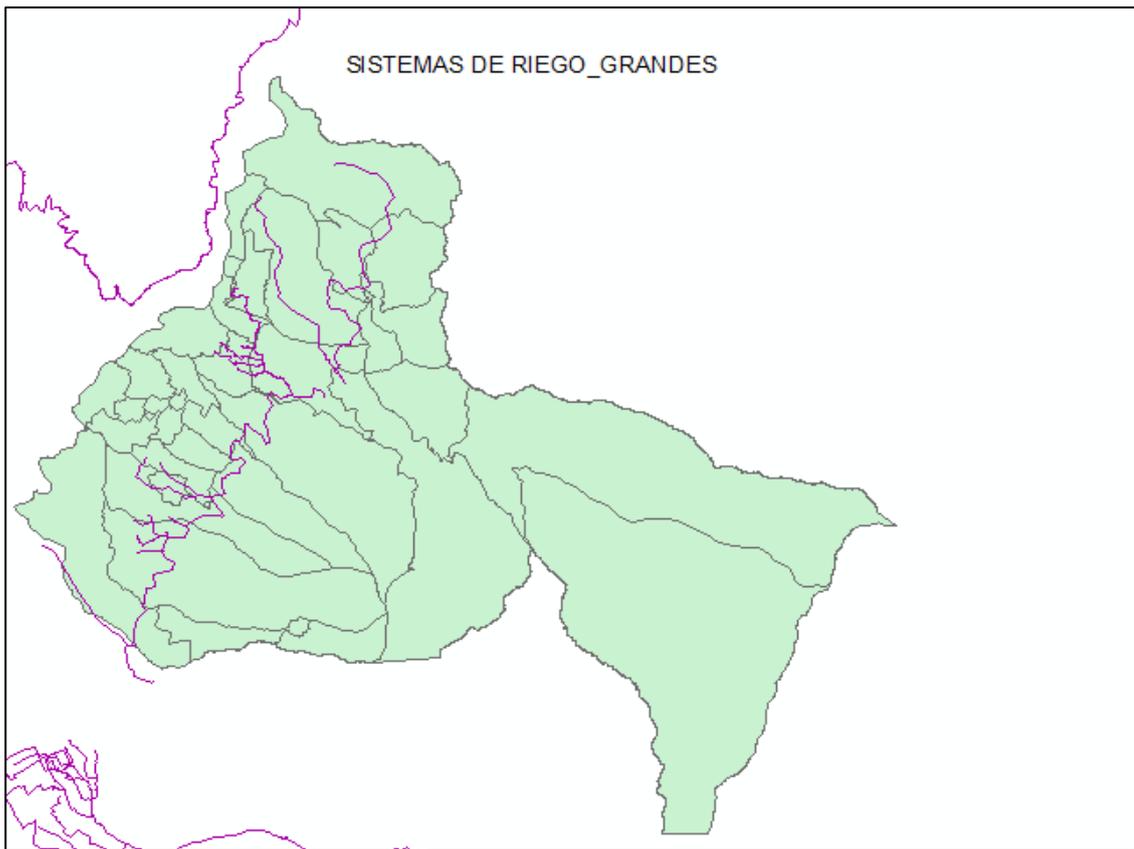


Ilustración 2-1. Mapa de Sistemas de riego

Realizado por: Llumiguano, L. 2023

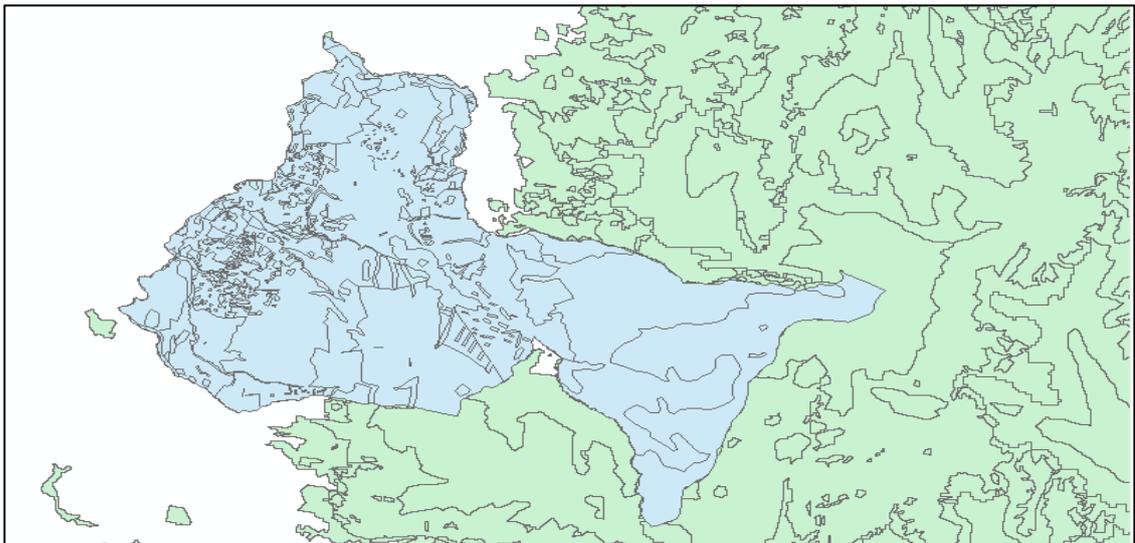


Ilustración 2-2. Mapa de Áreas de Producción

Realizado por: Llumiguano L., 2023

2.2 Bases conceptuales

2.2.1 Ecosistema

Se define un ecosistema como una comunidad de organismos vivos que interactúan entre sí y con su medio ambiente físico. Como señala Castro (2019), los ecosistemas están compuestos por componentes bióticos y abióticos, es decir, por los seres vivos y los componentes abióticos del ambiente en el que se desarrollan. Estos componentes están interrelacionados y forman cadenas tróficas, que permiten el flujo de energía y nutrientes entre las diferentes especies que conforman el ecosistema.

2.2.2 Sostenibilidad

La sostenibilidad se ha definido como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades actuales sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, tal como lo estableció la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1987. Para lograr la sostenibilidad, es fundamental mantener un equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental, y utilizar los recursos naturales de manera responsable, respetando los límites del planeta. La gestión adecuada de los recursos naturales y la reducción de los impactos negativos de la actividad humana en el medio ambiente son cruciales para asegurar una calidad de vida plena para las generaciones presentes y futuras (Yancha, 2021).

2.2.3 Resiliencia

Según Rincón-Ruíz et al. (2014), es la capacidad de un sistema para recuperarse o adaptarse a perturbaciones o cambios. Los autores sostienen que la resiliencia de un sistema puede ser medida por su capacidad para mantener su estructura, funciones y servicios a pesar de la presencia de perturbaciones, lo que se vuelve esencial en el contexto del cambio climático y otros factores de estrés ambiental. Asimismo, indican que la resiliencia no es una característica intrínseca de un sistema, más que el resultado de un solo factor es una combinación de diversos factores físicos, biológicos, sociales y económicos que interactúan en un sistema complejo.

2.2.4 Recurso Hídrico

La definición de recursos hídricos según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura se refiere a aquellas fuentes de agua que pueden ser accesibles

en un lugar y momento específicos y que tienen la cantidad y calidad adecuadas para satisfacer una demanda específica. El agua es un recurso esencial e imprescindible para la existencia de nuestro planeta, cubriendo más del 70% de su superficie en diferentes formas como mares, lagos, ríos, suelos y aire. A pesar de que el agua es un recurso renovable, su disponibilidad es limitada. Se estima que anualmente se pierden alrededor de 505.000 km³ de agua por evaporación de los océanos, de los cuales la mayor parte se precipita de nuevo en los mismos océanos, lo que limita su uso como recurso de agua dulce. El aumento de la contaminación del agua es un problema cada vez más importante y se considera uno de los problemas ambientales más importantes en la actualidad. Diversas causas contribuyen a la contaminación del agua, entre ellas, la liberación inadecuada de aguas residuales urbanas e industriales sin tratamiento previo, malas prácticas agrícolas, contaminación atmosférica, acumulación de sustancias químicas en suelos y sedimentos, extracción excesiva de agua subterránea, actividades mineras y extractivas, y la degradación de los humedales (Fernández, 2017).

2.2.5 Parámetros físicos de análisis del agua

2.2.5.1 Color real

Según López Martínez (2010), la presencia de materiales orgánicos y metales disueltos o en suspensión determina el color del agua. Este aspecto no solo tiene un impacto visual, sino que también puede afectar negativamente la vida acuática, limitando la visibilidad de los peces y reduciendo la fotosíntesis del fitoplancton. Asimismo, se puede restringir la zona de desarrollo de la vegetación acuática como consecuencia.

2.2.5.2 Sólidos suspendidos totales

Según Pazmiño Barrera (2016), los sólidos suspendidos totales son una cuantificación de la cantidad de partículas sólidas en suspensión en una muestra de agua, la cual no ha sido removida por un filtro común de 2 micrones y puede incluir una variedad de sustancias como sedimentos, partículas orgánicas e inorgánicas, microorganismos y otros contaminantes.

2.2.5.3 Conductividad Eléctrica

La capacidad de una muestra de agua para conducir electricidad está estrechamente relacionada con la cantidad de iones que contiene. La presencia de iones en una solución es la responsable de su capacidad para conducir la electricidad. Se utiliza para determinar la calidad del agua,

incluyendo la salinidad y puede variar dependiendo de la geología local y la presencia de contaminantes, con valores que pueden oscilar entre unos pocos micro siemens en agua pura y varios miles en agua altamente salina o muy contaminada (Pazmiño Barrera, 2016).

2.2.5.4 Turbiedad

Se podría decir que la turbidez es una medida que indica la claridad o transparencia del agua de manera indirecta y se produce debido a la presencia de materiales suspendidos en ella, tales como sedimentos, partículas orgánicas e inorgánicas, bacterias y burbujas de aire. La turbiedad se mide en UNT, que es una unidad nefelométrica, y sirve para cuantificar la cantidad de partículas presentes en el agua que dispersan la luz. Se ha observado que a medida que aumenta la cantidad de partículas presentes en el agua, su turbiedad también aumenta. Es importante controlar la turbiedad del agua ya que esta puede afectar su calidad y hacerla menos adecuada para su uso en diversas aplicaciones, como la potabilización o la acuicultura (López Martínez, 2010).

2.2.6 Parámetros químicos del análisis del agua

2.2.6.1 Aceites y grasas

Son sustancias lipídicas son compuestos que se encuentran comúnmente en las aguas residuales y pueden generar complicaciones en los sistemas de tratamiento de agua. Estas sustancias, debido a su falta de afinidad con el agua, pueden dar lugar a la formación de capas de grasa y espuma en la superficie del agua, lo que dificulta el proceso de tratamiento posterior (Barceló, 2008).

2.2.6.2 Cromo Hexavalente

Esta forma del cromo, presente naturalmente en la mineral cromita, puede ser liberada al medio ambiente por actividad del ser humano, como la industria metalúrgica y el uso de productos químicos que lo contienen. En aguas naturales no contaminadas, las concentraciones totales de Cr generalmente no superan los 25 µg/L, pero pueden aumentar en aguas con pH bajo y alta dureza (Samboni et al., 2007).

2.2.6.3 Fluoruro

El fluoruro puede estar presente en el agua de forma natural o producirse a causa de la intervención humana, tal como la fluoración del agua de consumo o la liberación de residuos

industriales. Si bien el fluoruro es beneficioso para la salud dental en concentraciones adecuadas, altas concentraciones pueden tener efectos adversos, como la fluorosis dental y esquelética. Los estándares internacionales y locales establecen límites de concentración máxima permitida de fluoruro en el agua potable, que suelen oscilar entre 0,5 y 1,5 mg/L (Barceló, 2008).

2.2.6.4 *Arsénico*

La presencia de impurezas en varios minerales, como cobre, plomo, zinc y cobalto, pueden introducirse en el agua a través de la disolución de sus sales y compuestos orgánicos provenientes de emisiones volcánicas, vertidos industriales de la metalurgia, insecticidas o refinación de metales. Dependiendo de las condiciones de oxidación o reducción, el arsénico puede existir en las aguas en su forma As_3^+ o As_5^+ (Gualdrón, 2016).

2.2.6.5 *Demanda de Química de Oxígeno (DQO)*

Se puede decir que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una medida de la cantidad de materia orgánica presente en el agua que puede ser oxidada químicamente. Se expresa en mg O_2/L y es un parámetro crucial para evaluar la calidad del agua y determinar el nivel de contaminación de las aguas residuales. A diferencia de la DBO5, la DQO es una medida más rápida para evaluar la calidad del agua (Imaz, 2021).

2.2.6.6 *Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)*

La DBO es una medida que indica la cantidad de materia orgánica presente en el agua, representando la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos aeróbicos para descomponerla durante un tiempo de 5 días a una temperatura de 20°C. Se expresa en mg/L y es crucial para evaluar la calidad del agua y su capacidad para mantener la vida acuática (Imaz, 2021).

2.2.6.7 *Hierro Total*

Diversas fuentes contribuyen al contenido total de hierro en el agua, incluyendo la disolución de minerales y rocas, así como el vertido de aguas residuales provenientes de la producción de materiales, como el acero. Normalmente, en aguas superficiales naturales, el hierro se presenta en su forma trivalente y su concentración oscila entre 0,01 y 0,30 mg/L. Las sales de hierro divalente son más solubles y su precipitación comienza a valores de pH inferiores a 6,0. Es posible

encontrar cantidades significativas de hierro total en aguas profundas de embalses y lagos con bajos niveles de oxígeno disuelto, llegando incluso a algunas decenas de mg/L (Diaz et.al, 2005).

2.2.6.8 *Nitratos*

Son compuestos inorgánicos que se generan naturalmente por la oxidación de amonio y otros compuestos orgánicos, y contienen el anión nitrato (NO₃⁻). A pesar de que el nitrato es una fuente importante de nutrientes para el crecimiento de las plantas, niveles elevados en el agua pueden ser dañinos para la salud humana y animal. El exceso de nitratos en el agua subterránea puede provenir de la filtración de fertilizantes y desechos animales. Por lo tanto, para salvaguardar la calidad del agua y la salud pública, se establecen regulaciones que limitan los niveles de nitratos en el agua. En algunos países, la normativa establece un límite máximo de 50 mg/L de nitratos permitidos en el agua potable (Eugenia, 2007).

2.2.6.9 *Nitritos*

Los nitritos en el agua podrían indicar una contaminación de origen orgánico o la descarga de aguas residuales. Los nitritos son perjudiciales para los seres vivos, especialmente para los peces, ya que pueden reducir la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. Esto afecta negativamente la salud de los ecosistemas acuáticos. Además, los nitritos pueden reaccionar con compuestos orgánicos y formar nitrosaminas, que son sustancias potencialmente cancerígenas. Los niveles permitidos de nitritos en el agua potable están regulados por las normas sanitarias, ya que niveles elevados pueden representar un riesgo para la salud humana (Imaz, 2021).

2.2.6.10 *Potencial de Hidrogeno*

La medición del pH es una forma de determinar si el agua es ácida o alcalina. Se realiza utilizando una escala que va desde 0 hasta 14, donde el valor 7 indica una solución neutra, valores menores indican acidez y valores mayores indican alcalinidad. El rango de pH adecuado para el agua potable es de 6,5 a 8,5, ya que valores por fuera de este rango pueden afectar negativamente el sabor del agua, generar corrosión en las tuberías y reducir la eficacia de los procesos de desinfección. En cuanto a las aguas naturales, el pH varía según su origen y las condiciones ambientales, entre otros factores y puede afectar la vida acuática (Imaz, 2021).

2.2.6.11 Sulfatos

Se pueden encontrar sulfatos en el agua en forma de sales solubles que se originan de la disolución de minerales como el yeso o los sulfuros, o a través de la oxidación bacteriana de estos últimos. La cantidad de sulfatos en los ríos puede fluctuar en gran medida, desde 20 a 50 mg/L en algunos ríos hasta más de 400 mg/L en ríos mediterráneos, dependiendo de varios factores (Castro, 2014).

2.2.6.12 Cloro residual

El cloro residual es la cantidad de cloro que permanece en el agua después de su uso para desinfectarla. Para medir la cantidad de cloro residual se puede considerar tanto el cloro libre como el cloro combinado con otros compuestos, y esto se conoce como cloro residual total. Los cloruros, presentes en forma de sales como cloruro de sodio, potasio o calcio, son comunes en el medio ambiente y pueden provocar sabor desagradable en el agua y corroer las tuberías y los depósitos. El impacto del cloro residual en los organismos acuáticos de agua dulce se ha evaluado y se ha encontrado que su tamaño es suficiente para determinar su toxicidad (Pazmiño Barrera, 2016).

2.2.6.13 Fenoles

Los fenoles son sustancias químicas aromáticas que poseen en su estructura un grupo hidroxilo unido directamente al anillo aromático, y se clasifican en base al número de grupos hidroxilo presentes como monos hidroxilados, di hidroxilados y trihidroxilados. Los fenoles pueden encontrarse en aguas naturales y residuales de la industria debido a la contaminación ambiental y a la descomposición natural de la materia orgánica (Castro, 2014).

2.2.6.14 Tensoactivos

Son compuestos químicos que disminuyen la tensión superficial de un líquido, lo que permite la mezcla de sustancias que no serían miscibles, como el agua y el aceite. Estos compuestos se encuentran en una variedad de productos, como detergentes, cosméticos y limpiadores, y pueden terminar en las aguas superficiales y subterráneas y en las aguas residuales, donde consiguen afectar la calidad del ecosistema acuático. La biodegradabilidad de los tensoactivos varía y algunos de ellos pueden ser tóxicos para los seres vivos acuáticos y otros organismos (Pazmiño Barrera, 2016).

2.2.6.15 Amoníaco

El amoníaco (NH₃) es una sustancia química sin color que tiene un olor punzante y distintivo. Los niveles de amoníaco en el agua pueden ser producidos por la descomposición de materia orgánica, así como por la liberación de aguas residuales. La presencia de altas concentraciones de amoníaco puede ser dañina para la vida acuática. Sin embargo, en aguas naturales, las concentraciones de amoníaco suelen ser bajas, normalmente inferiores a 0,5 mg/L, y pueden aumentar en aguas contaminadas por aguas residuales o en áreas de agricultura intensiva (López Martínez, 2010).

2.2.6.16 Oxígeno disuelto

La presencia de oxígeno disuelto en el agua es esencial para la supervivencia de los organismos acuáticos, por lo que se considera un indicador importante de la calidad del agua. Factores como la temperatura, la presión atmosférica y otras sustancias presentes en el agua pueden influir en la cantidad de oxígeno disuelto. En general, se considera que el agua con menos de 4 mg/L de oxígeno disuelto no es adecuada para la mayoría de las formas de vida acuática (Pazmiño Barrera, 2016).

2.2.7 Parámetros biológicos del análisis del agua

2.2.7.1 Coliformes fecales

Se puede considerar que las bacterias de coliformes fecales son un conjunto específico de microorganismos que se encuentran en grandes cantidades en las heces de animales de sangre caliente, incluyendo seres humanos. Su presencia en el agua puede indicar la posible existencia de contaminación fecal y puede actuar como indicador de la presencia de patógenos que pueden provocar enfermedades. Por consiguiente, para evaluar la calidad del agua potable y garantizar su seguridad sanitaria, es necesario detectar y analizar estas bacterias (Gualdrón, 2016).

2.2.8 Recurso suelo

Se puede considerar que el suelo es un recurso esencial y valioso de la naturaleza, que es necesario para la supervivencia de la vida en nuestro planeta. Además de proporcionar nutrientes a las plantas, el suelo cumple una serie de funciones críticas. Según la FAO (Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), estas funciones incluyen la producción de alimentos y biomasa, la regulación del ciclo del agua, la preservación de la biodiversidad, la protección genética, la prevención de la erosión, la filtración y la transformación de contaminantes, así como la creación del paisaje. Además, el suelo también puede ser utilizado como fuente de materias primas y como plataforma para estructuras humanas como edificaciones y vías.

2.2.8.1 Calidad del suelo

La FAO describe la calidad del suelo como la capacidad de un tipo de suelo específico para funcionar adecuadamente en el entorno natural o en los agroecosistemas, a fin de mantener la productividad de las plantas y los animales, mejorar la calidad del agua y del aire, y apoyar la salud humana y el hábitat. El uso incorrecto del suelo puede llevar a una explotación ineficiente de los recursos naturales y a la degradación del suelo, lo que puede tener consecuencias económicas y sociales significativas. Por lo tanto, es crucial garantizar que el uso del suelo esté en armonía con su capacidad para satisfacer las necesidades actuales y futuras (Food and Agriculture Organisation, 2022).

2.2.8.2 Carbono orgánico total

El carbono orgánico total (COT) es una medida esencial para evaluar la calidad del agua y del suelo, ya que indica la cantidad de carbono orgánico presente en una muestra ambiental. La medición del carbono orgánico es importante porque este elemento es fundamental para la fertilidad del suelo y la calidad del agua. Existen diversas técnicas analíticas para medirlo, como la oxidación húmeda o seca, la combustión térmica y la espectroscopía de infrarrojo cercano. El COT se expresa en términos de peso de carbono por unidad de peso de muestra y se utiliza como indicador común de la cantidad de materia orgánica en el suelo y la calidad del agua (Imaz, 2021).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

La investigación descrita es de tipo descriptivo. La investigación descriptiva busca describir una situación o fenómeno tal como se presenta en su entorno natural. Contará con un enfoque cuantitativo, que se distingue por el análisis de datos numéricos mediante instrumentos de medición estandarizados, con el propósito de establecer relaciones causales entre variables y generalizar los hallazgos a una población más amplia (Cauas, 2015). En este caso, se obtendrán datos a través de cuestionarios y encuestas dirigidos tanto a la población local como a expertos en la gestión ambiental, así como por medio del análisis de información secundaria, como informes y registros de la parroquia Quimiag y otros organismos relevantes. Se emplearán herramientas estadísticas para procesar y analizar esta información, con el propósito de encontrar patrones y relaciones importantes entre las variables relacionadas con el Bosque Siempreverde Montano Alto y los servicios ecosistémicos de regulación. Al utilizar una metodología cuantitativa, se espera obtener información precisa y confiable acerca del estado actual del ecosistema y del análisis económico y social de los servicios de regulación de los ecosistemas. Además, los hallazgos obtenidos podrán ser generalizados a una población más amplia, lo que contribuirá al diseño de políticas y estrategias de gestión ambiental sostenible en otros ecosistemas similares. También, a través de la toma de muestras, se logrará una mayor rigurosidad y objetividad en los datos basados en parámetros fisicoquímicos medibles presentes en los mismos.

3.2 Diseño de la investigación

Se realizará una investigación mediante la recolección de datos en un momento específico, para obtener una representación precisa del estado del ecosistema. Se empleará una estrategia de muestreo aleatorio simple para seleccionar áreas de estudio y obtener una muestra representativa de la población. Se utilizarán dos técnicas para la recolección de datos: observación directa y encuestas. La observación directa permitirá la recolección de información sobre factores ambientales en el Bosque Siempreverde Montano Alto. Por otro lado, se aplicarán encuestas a los habitantes de la zona para recopilar información sobre su percepción y conocimiento del ecosistema. Los datos recopilados se analizarán para interpretar los hallazgos y llegar a conclusiones importantes.

3.3 Diseño no experimental

3.3.1 Identificación de variables

Variables de estudio: Valorización de la Biodiversidad y Servicios ecosistémicos.

3.3.2 Operacionalización de los objetivos

Tabla 3-1: Operacionalización de los objetivos

| OBJETIVO GENERAL | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | CONCEPTO | INDICADOR | INSTRUMENTO |
|--|---|--|--|--|
| Se plantea el análisis del servicio ecosistémico de regulación hidrológica en el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera oriental de los Andes, ubicado en la Parroquia Quimiag - Cantón Riobamba, con el objetivo de determinar su aporte a la sostenibilidad ambiental y social de la zona. | Analizar los componentes fisicoquímicos del agua y del suelo relacionados con la regulación hidrológica del Bosque Siempreverde Montano Alto. Determinar el confort térmico e hídrico de la población mediante pruebas estadísticas entre variables meteorológicas y percepciones subjetivas. Definir el nivel de importancia | Seres vivos que interactúan con su entorno y proporcionan servicios al mundo, ya sea directa o indirectamente. Los servicios ecosistémicos pueden ser una contribución clave para la paz humana, y se pueden clasificar en tres tipos: provisión, regulación y culturales. Es importante mantener un equilibrio entre ellos para garantizar la sostenibilidad. | - Clima - Suelo - Hidrografía - Restauración Ecológica - Relación con el ser humano. | Norma de calidad ambiental Anexo 1. Encuestas Pruebas de laboratorio |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | del servicio de regulación por parte de los actores involucrados usando información secundaria y criterios de valoración. | Se refieren a medidas in situ de parámetros variables que nos permiten hacer una evaluación preliminar de la calidad del agua. | | |
|--|---|--|--|--|

Realizado por: Llumiguano L., 2023

3.3.3 Localización del área de estudio.

Situada en el cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo, la parroquia Santiago de Quimiag será el escenario del proyecto de investigación. Esta parroquia, famosa por ser una de las más productivas, cuenta con una ubicación privilegiada que le permite tener una gran cantidad de fuentes de agua derivadas del deshielo del nevado el Altar. Además, su valor cultural es muy apreciado, ya que su territorio formaba parte de la antigua cultura Puruhá y fue habitado por la tribu de los Quimaes en el pasado, que formaba parte de la Confederación de los Puruhás (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Quimiag, 2020).

3.3.3.1 Ubicación Geográfica

La localización de la parroquia es representada en las coordenadas geográficas proyectadas UTM Zona 17 S del Datum WGS84, con una latitud de 774245 hacia el sur y una longitud de 9819847 hacia el este. La altitud de la zona varía desde 2400 hasta 5319 metros sobre el nivel del mar.

3.3.3.2 Límites

Según lo indicado por Chiquito Espinoza en 2017, los límites territoriales de la parroquia Quimiag se extienden en varias direcciones. Al norte limita con el Cantón Penipe, mientras que al sur se encuentra con el Cantón Chambo. Hacia el este, sus límites territoriales se extienden hasta el Cantón Guamboya, perteneciente a la Provincia de Morona Santiago, y el Parque Nacional Sangay. Finalmente, al oeste la parroquia limita con la Parroquia Cubijíes.

Mapa Base de la Parroquia: Quimiag Cantón: Riobamba; Provincia: Chimborazo

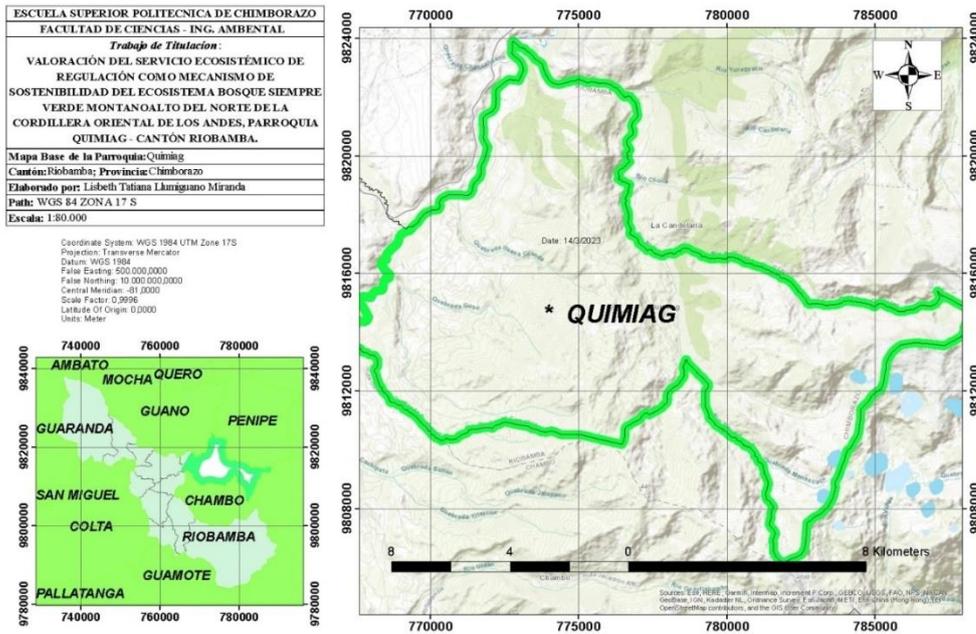


Ilustración 3-1: Mapa de la ubicación geográfica de la parroquia Quimiag

Realizado por: Llumiguano L., 2023

3.3.3.3 Características climáticas

La parroquia Quimiag presenta condiciones climáticas caracterizadas por un clima templado frío y húmedo, donde la temperatura media anual varía de 12°C a 14°C y la precipitación promedio anual oscila entre 1000 a 2000 mm. La presencia del nevado El Altar en la zona es un factor determinante en el régimen hídrico del área y la disponibilidad de agua es elevada a lo largo del año. Asimismo, es posible distinguir dos estaciones bien definidas, una temporada seca que se extiende desde mayo hasta septiembre y una temporada húmeda que abarca de octubre a abril (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Quimiag, 2020).

3.3.3.4 Clasificación ecológica

El territorio de Quimiag es en su mayoría montañoso, con pendientes mayores al 70% y ocupa un 37% de la superficie total. Las elevaciones montañosas alcanzan alturas de entre 2560 y 4320 msnm y tienen pendientes del 50 al 70%, lo que dificulta la agricultura y el pastoreo debido a la presencia de zonas de alto riesgo. Además, el territorio cuenta con asentamientos humanos, bosques y especies nativas de flora y fauna (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Quimiag, 2020).

3.3.3.5 Población de estudio

En este estudio de investigación, se ha puesto el enfoque en el ecosistema del bosque siempreverde montano alto de la cordillera de los Andes en la parroquia Quimiag, ubicada en el cantón Riobamba. Esta parroquia cuenta con una población aproximada de 5257 habitantes. El estudio se realizará en diversas comunidades, incluyendo la Asociación Zoila Martínez en la hacienda al norte, así como en Río Blanco, Santa Ana de Zaguan, San Pedro de Iguazo, Chilcal Pucara, Puculpala, El Cortijo, Balcashi, Guntuz y El Toldo.

3.3.3.6 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{Z^2 * p * q * N}{NE^2 * Z^2 * p * q}$$

Donde:

Z = Nivel de confianza

N = Población

p = Proporción poblacional de interés

q = Complemento de la proporción poblacional de interés

e = Error de estimación

n = Tamaño de la muestra

Utilizando la fórmula mencionada. Con un nivel de confianza de 1.96, una población de 5257 y una proporción poblacional de interés de 0.5, se obtiene un tamaño de muestra de 80.

3.3.4 Método de muestreo

3.3.4.1 Muestreo simple (recurso hídrico)

La selección del método de muestreo simple se considera adecuada para la evaluación de la calidad del agua en ríos y corrientes de agua, ya que estos dependen de las condiciones climáticas de la región en cuestión. Este enfoque implica la toma de muestras en puntos seleccionados del río en el centro del cauce, que posteriormente se analizan. Estas muestras, también conocidas como muestras instantáneas o de sondeo, representan la composición de la fuente en ese lugar y momento específicos (Olmos, 2003).

3.3.4.2 *Muestreo aleatorio simple (recurso suelo)*

Se considera que el muestreo aleatorio simple es una técnica adecuada para la caracterización de la calidad del suelo. Este enfoque implica ubicar los puntos de muestreo en un plano cartesiano (Xi, Yj), donde cada punto poblacional tiene la misma probabilidad de ser seleccionado. Para implementar este método, el área de análisis se divide en unidades de muestreo o localizaciones, cada una de las cuales se convierte en un candidato para ser muestreado y, por lo tanto, en un punto de muestreo. Esto asegura que cada punto de la población tenga la misma posibilidad de ser seleccionado y contribuye a obtener una muestra representativa del área de estudio. Este enfoque resulta apropiado para la evaluación de la calidad del suelo en terrenos agrícolas y no agrícolas (Oliver & Webster, 2014).

3.3.5 *Técnica de recolección de datos*

3.3.5.1 *Laboratorio para recolección de datos de agua y suelo*

Nombre del laboratorio: TOX-CHEM

Razón social: Basantes Edwin Fernando

Dirección: Av. 21 de abril y Lizardo García

Tipo de frascos: Envases plásticos con boca estrecha de tapa rosca y con tapón para mayor seguridad.

Capacidad: 1000 ml

3.3.5.2 *Toma de muestras de agua*

Se necesitan tomar medidas para asegurar una muestra representativa de agua en ríos, lo cual implica seleccionar tramos homogéneos y evitar la contaminación de las muestras. Para ríos con caudales bajos, se sugiere una muestra integrada en profundidad, mientras que, para ríos con caudales altos, una muestra simple en el centro del cauce es adecuada. Es fundamental seguir las cadenas de custodia para garantizar la trazabilidad de las muestras y prevenir errores o manipulaciones indebidas. Además, es crucial elegir el número apropiado de puntos de muestreo en el río en función de la longitud, complejidad y objetivos del estudio. En este caso, se llevarán a cabo un total de nueve muestreos, tres en cada tramo del río (alto, medio, bajo), y se recolectará un litro de muestra en frascos blancos esterilizados, utilizando los procedimientos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2017).

3.3.5.3 Identificación de muestras de agua

Es de gran importancia identificar correctamente cada muestra de agua durante el muestreo, ya que esto asegura la trazabilidad y verificación de los resultados obtenidos. Para lograr esto, se sugiere asignar un número o código único a cada muestra y registrar esta información en un cuaderno de campo o formulario. Además, es recomendable etiquetar físicamente cada muestra con su número correspondiente y registrar detalles adicionales, como la ubicación exacta de la muestra, la fecha y hora de la recolección, y cualquier información relevante que pueda influir en los resultados del análisis de laboratorio. Al etiquetar adecuadamente todas las muestras recolectadas, se puede hacer un seguimiento desde el punto de muestreo hasta el laboratorio y viceversa, lo que es esencial para garantizar la precisión de los resultados obtenidos (EPA, 2017, p. 4-1).

3.3.5.4 Metodologías para el monitoreo de aguas

Para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos al recolectar muestras de agua, es importante seguir ciertas metodologías. Antes de llenar el frasco, se recomienda enjuagarlo varias veces con agua del mismo sitio de recolección. Es importante sostener el frasco desde la base y sumergir el cuello a una profundidad de 25 a 40 cm mientras se orienta hacia arriba en dirección opuesta a la corriente y lejos de la influencia de las manos y brazos del operador, para evitar la contaminación indirecta durante el llenado. Una vez que se llena el frasco, se debe verter una pequeña cantidad de agua para permitir la expansión térmica y dejar un espacio de 3 a 4 cm entre el nivel del agua y la tapa. Además, es recomendable registrar los datos ambientales relevantes, como la temperatura del aire y del agua, en la planilla de datos de campo para un análisis preciso de las muestras (Tovar, 2008).

3.3.5.5 Preceptos para tener en cuenta durante el monitoreo

La evaluación de la calidad del agua es esencial para proteger la salud pública y el medio ambiente, y se deben seguir ciertos principios durante la recolección de muestras de agua para garantizar resultados precisos y representativos. Es fundamental recolectar muestras de áreas con buena circulación y mezcla para evitar la captura de partículas grandes y heterogéneas. Si se recolectan muestras manualmente, es importante hacerlo en dirección contraria a la corriente o dirección del río para evitar la contaminación. Si se toman muestras en un puente, se deben recolectar en el lado de la corriente para asegurar la representatividad de la muestra. Al recolectar muestras de descargas de efluentes puntuales, se debe seleccionar el punto de extracción en el

centro del canal o conducto que desemboca en el río receptor, a una profundidad dentro del rango de 40% a 60%. Además, para algunos análisis específicos, como compuestos orgánicos volátiles, pH, dureza, aceites y grasas, es necesario llenar completamente los frascos de muestra. Es importante optimizar el uso de los frascos y mantener una identificación precisa de cada uno para reducir la cantidad de personas que manipulan las muestras y mejorar la seguridad de la cadena de custodia. Todos estos principios y recomendaciones son vitales para garantizar la calidad y representatividad de las muestras de agua durante el monitoreo (EPA, 2021, p. 2-16).

3.3.5.6 Recolección de datos del recurso del suelo

La importancia de recolectar y preparar adecuadamente las muestras de agua es crucial para asegurar la calidad de los datos obtenidos. Al recolectar muestras de suelo, es necesario seguir un procedimiento estricto y considerar varios factores importantes, como la cantidad, volumen, área, profundidad, posición y ubicación en el terreno, tipo de suelo, pretratamiento y preservación de la muestra. Se deben elegir sitios representativos y tomar múltiples muestras para obtener resultados fiables. Es importante utilizar herramientas limpias y desinfectadas, considerar las características del suelo, y preparar y etiquetar las muestras de forma adecuada para evitar confusiones y garantizar la trazabilidad de la información (United States Department of Agriculture, 2014).

3.3.5.7 Recomendaciones para tomas de muestras de suelo

La cantidad de muestras necesarias puede variar según los objetivos y la importancia ambiental de la zona a muestrear. La determinación de la profundidad y el área a muestrear será esencial para calcular el volumen necesario de muestra. Es recomendable remover materiales no relevantes como rocas, ramitas y pequeñas piedras. Para obtener una muestra representativa y comprender mejor la zona, es crucial asegurarse de que los contaminantes estén uniformemente distribuidos en la muestra a través de una homogeneización adecuada.

3.3.5.8 Equipos operados manualmente

Se emplea un instrumento llamado barreno para recolectar muestras de suelo mediante perforaciones en el terreno, especialmente en zonas rocosas. Estos dispositivos manuales suelen tener un diámetro menor que los equipos mecánicos y se utilizan para obtener muestras a profundidades menores. Los barrenos presentan diversas ventajas en la recolección de muestras de suelo, como su costo accesible, amplia disponibilidad y facilidad de manejo, ya que pueden

ser operados por un único individuo. Asimismo, posibilitan obtener muestras del perfil del suelo sin provocar su alteración (Brady & Weil, 2002, p. 113).

3.3.5.9 Procedimiento de Toma de Muestra de Suelo

- Se recomienda la limpieza de la superficie del suelo antes de la toma de muestras.
- Acoplar el barreno y perforar el suelo según las especificaciones previamente definidas.
- Excavar y retirar el barreno con cuidado para evitar dañar las paredes del hoyo.
- Colocar el material extraído en una funda ziploc esterilizadas. Además de sellada herméticamente e identificadas el posterior transporte y conservación.
- Descartar la parte superior de la muestra (aproximadamente 25 cm), ya que puede haber sido contaminada por la acción del clima y/o la actividad humana.
- Rotular la muestra con la información correspondiente (ubicación, profundidad, fecha, etc.), conservarla a una temperatura de 4°C y registrarla con el código respectivo en el registro de muestras.
- Remitir la muestra al centro de análisis según los protocolos establecidos.

3.3.6 Análisis estadístico

Se utilizará un enfoque cuantitativo basado en encuestas y muestreo para el análisis estadístico de la investigación. Primero, se diseñará una encuesta que permita recopilar información relevante de la población seleccionada. Luego, se aplicará la encuesta y se recolectarán los datos correspondientes. Posteriormente, se utilizarán programas estadísticos para tabular y analizar los datos obtenidos. Para evaluar la calidad de las aguas dulces, se compararán los valores de las variables analizadas con los valores permisibles establecidos en la Tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Si se evalúa la calidad de otras aguas, se utilizarán los valores permisibles de la Tabla 1 del mismo acuerdo ministerial. Se aplicará una técnica de análisis de varianza para las muestras de suelo y para las muestras de agua, lo que posibilitará la obtención de resultados con un alto grado de significancia estadística.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Datos estadísticos de análisis de agua

Tabla 4-1: Resultados obtenidos en el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua

| PARÁMETROS | LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 | UNIDAD | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aceites y grasas | 0.3 | 0.3 | mg/L | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 |
| Coliformes fecales | 1000 | - | NMP/100mL | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Cianuro | 0.1 | 0.01 | mg/L | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Cromo hexavalente | 0.05 | - | mg/L | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Color real | 75 | - | Uni Pt-Co | 49 | 122 | 128 | 39 | 303 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fluoruro | 1.5 | - | mg/L | 0.27 | 0.28 | 0.23 | 0.17 | 0.29 | 0.08 | 0.11 | 0.13 | 0.04 |
| Arsénico | 0.1 | 0.05 | mg/L | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Demanda química de oxígeno | <4 | 40 | mg/L | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | <2 | 20 | mg/L | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Hierro total | 1 | - | mg/L | 0.36 | 0.59 | <0.06 | <0.06 | 1.97 | <0.06 | <0.06 | 0.07 | <0.06 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nitratos | 50 | 13 | mg/L | <2.5 | <2.5 | <2.5 | <2.5 | <2.5 | <2.5 | <2.5 | <2.5 | <2.5 |
| Nitritos | 0.2 | 0.2 | mg/L | <0.01 | <0.01 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 |
| Potencial Hidrógeno | 6.0 -9.0 | 6.5 - 9.0 | uni pH | 7.14 | 7.07 | 7.14 | 7.34 | 7.3 | 6.74 | 6.8 | 6.94 | 6.98 |
| Sulfatos | 500 | - | mg/L | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Cloro residual | - | 0.01 | mg/L | <0.01 | <0.01 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 |
| fenoles | - | 0.001 | mg/L | <0.00 | <0.00 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 |
| Tensoactivos | - | 0.5 | mg/L | <0.05 | <0.05 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 | <0.0 |
| Amoníaco | - | 0.4 | mg/L | <0.11 | <0.11 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Oxígeno disuelto | - | >6 | mg/L | 6.3 | 6.6 | 6.6 | 6.4 | 6.1 | 6.9 | 7.1 | 7.1 | 7.2 |
| Sólidos suspendidos totales | - | Max incremento de 10% de la condición natural | mg/L | 23 | 33 | 33 | 30 | 166 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Conductividad eléctrica | - | - | us/cm | 87.77 | 225.1 | 224.9 | 79.96 | 69.56 | 150.4 | 151.7 | 148.7 | 149.8 |
| Turbiedad | 100 | - | UNT | 30.2 | 48.2 | 41.4 | 35.8 | 200.6 | 1.31 | 1.29 | 1.3 | 1.3 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Algunos valores los cuales incluyen parámetros como aceites y grasas, coliformes fecales, cianuro, cromo hexavalente, arsénico, DBO, DQO, nitratos, nitritos, sulfatos, cloro residual, fenoles, tensoactivos y amoníaco. Cumplen con los límites permitidos que se exponen en la Tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097, pero los datos recolectados muy bajos para ser utilizados en análisis estadísticos. Por lo tanto, no se tuvieron en cuenta para los análisis de varianza entre los parámetros fisicoquímicos del agua.

Tabla 4-2: Coordenadas en UTM

| PUNTOS | LONGITUD | LATITUD |
|--------|----------|---------|
| 1 | 778475 | 9815791 |
| 2 | 778504 | 9815048 |
| 3 | 778662 | 9814275 |
| 4 | 772849 | 9812945 |
| 5 | 771468 | 9811526 |
| 6 | 772886 | 9811690 |
| 7 | 771529 | 9810922 |
| 8 | 772842 | 9811303 |
| 9 | 773087 | 9811231 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Puntos de muestreo de agua en el ecosistema bosque siempre verde

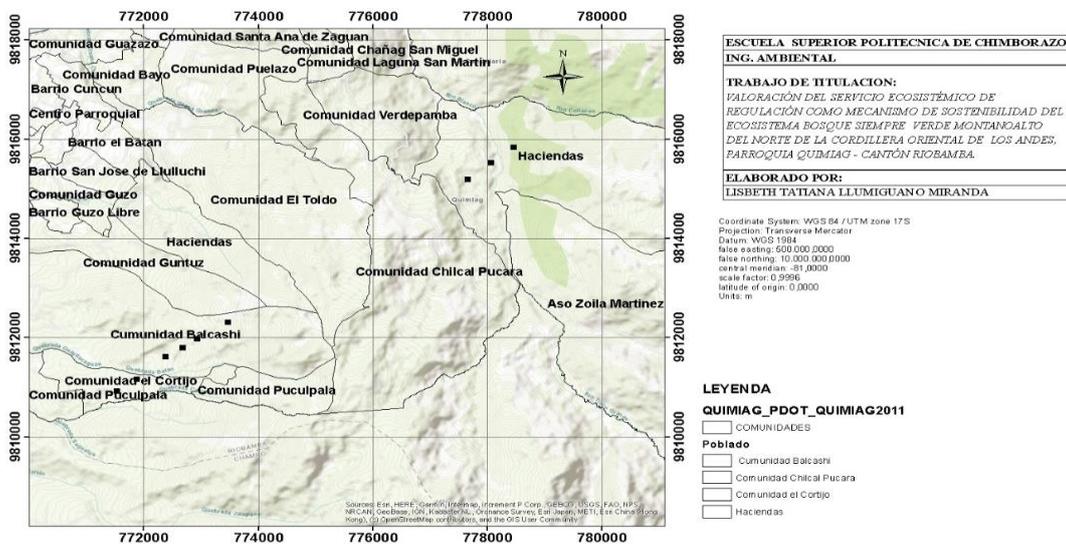


Ilustración 4-1. Puntos de muestreo del recurso agua en la parroquia de Quimiag-Ecuador

Realizado por: Llumiguano L., 2023



Ilustración 4-2. Concentración de hierro total en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en mg/L.

Al analizar los 9 puntos muestreados, se determinó que el punto 5 exhibió el mayor nivel de hierro total, con un valor de 1,97 mg/L encontrándose por encima de la normativa ecuatoriana. Este valor sugiere que hay una mayor cantidad de hierro presente en el agua en comparación con los otros puntos evaluados. El hecho de que el punto 5 tenga una concentración elevada de hierro total puede indicar la existencia de una fuente de contaminación específica en ese lugar, como la presencia de tuberías de hierro corroídas o actividades industriales cercanas que estén liberando hierro en el agua. Es necesario realizar un seguimiento y una evaluación detallada de este punto para determinar la causa exacta de la alta concentración de hierro y tomar medidas para reducir los niveles de contaminación en ese lugar y garantizar la seguridad del agua potable para la población (Sigler, 2020).

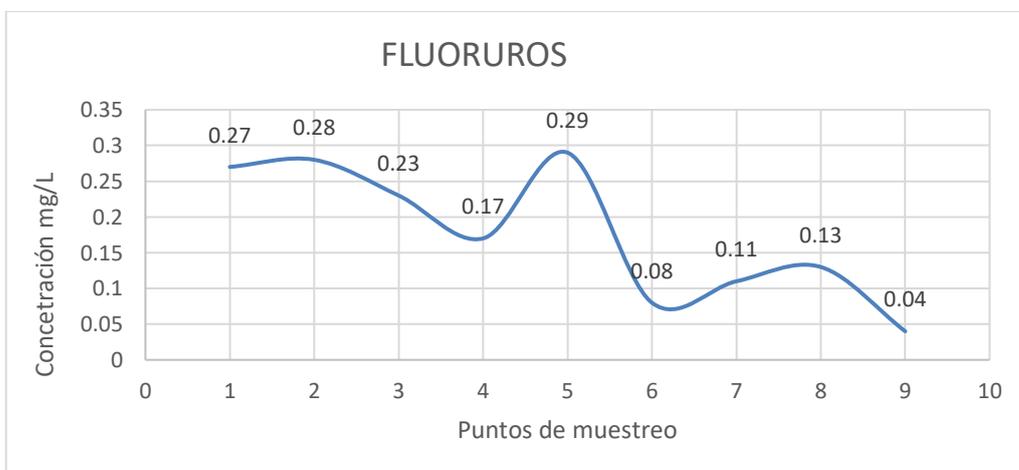


Ilustración 4-3. Concentración de los datos de fluoruros en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en mg/L.

Durante el análisis de los puntos de muestreo, se observó que el punto 5 presentó el valor más alto de fluoruros, con una concentración de 0,29 mg/L, lo que sugiere una mayor presencia de este compuesto en comparación con los demás puntos. Cabe destacar que este valor se encuentra por debajo de los límites permitidos por la normativa ecuatoriana. Los niveles de fluoruros en el agua pueden verse influenciados por diversos factores, como la geología del área, la actividad industrial cercana, el uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura, y otros factores ambientales (Galicía, 2020).

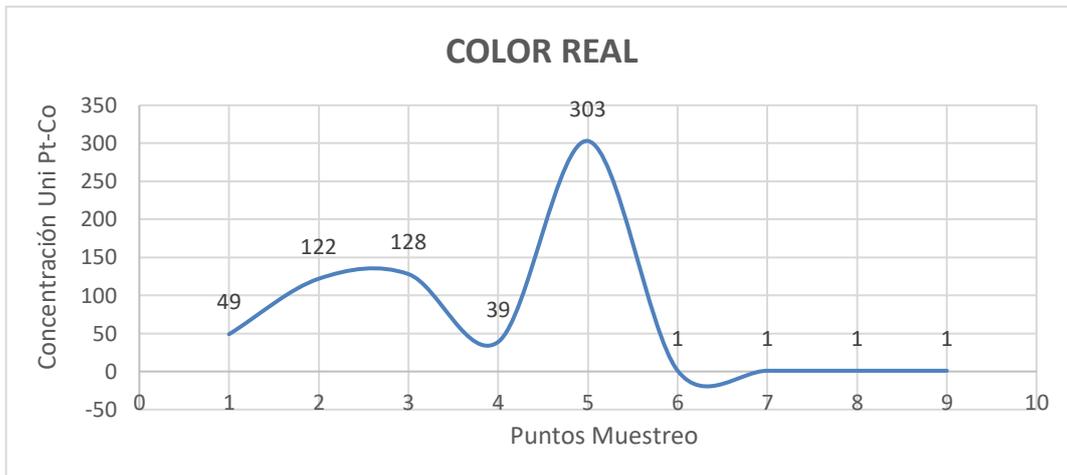


Ilustración 4-4. Concentración de los datos de color real en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en unidades de platino-cobalto.

El alto valor de color real en el punto 5 es considerable ya que indica la posible presencia de contaminantes en el agua. La presencia de materia orgánica y metales pesados en el agua puede aumentar el valor de color real. Además, el valor de color real en el punto 5 excede los límites permisibles establecidos en la normativa vigente para garantizar la calidad del agua potable. Es necesario realizar un análisis más detallado en el punto 5 y determinar la fuente exacta de contaminación para tomar medidas correctivas y garantizar la seguridad del agua potable para la población (Sandoval, 2009).

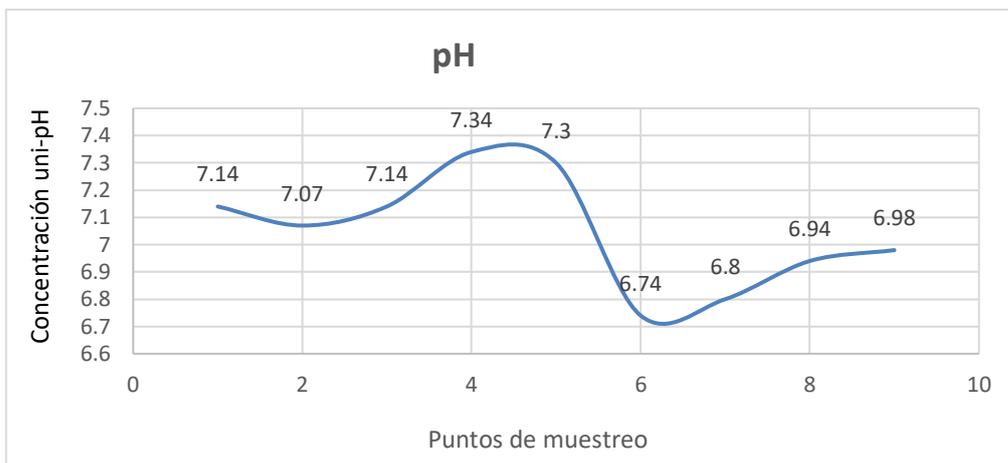


Ilustración 4-5. Concentración de los datos de pH en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa el valor de pH.

Durante el análisis del pH, se determinó que el punto 5 tuvo el valor más alto de pH, medido en 7.3. Es importante destacar que, para considerar el agua potable como segura para el consumo humano, el rango de pH debe estar entre 6.5 y 8.5. Dicho valor en el punto 5 se encuentra dentro de este rango, por lo que no representa un riesgo para la salud pública. No obstante, es necesario monitorear regularmente el pH del agua potable, ya que variaciones considerables pueden afectar tanto la calidad del agua como la eficacia de los tratamientos de desinfección (Gualdrón, 2016).

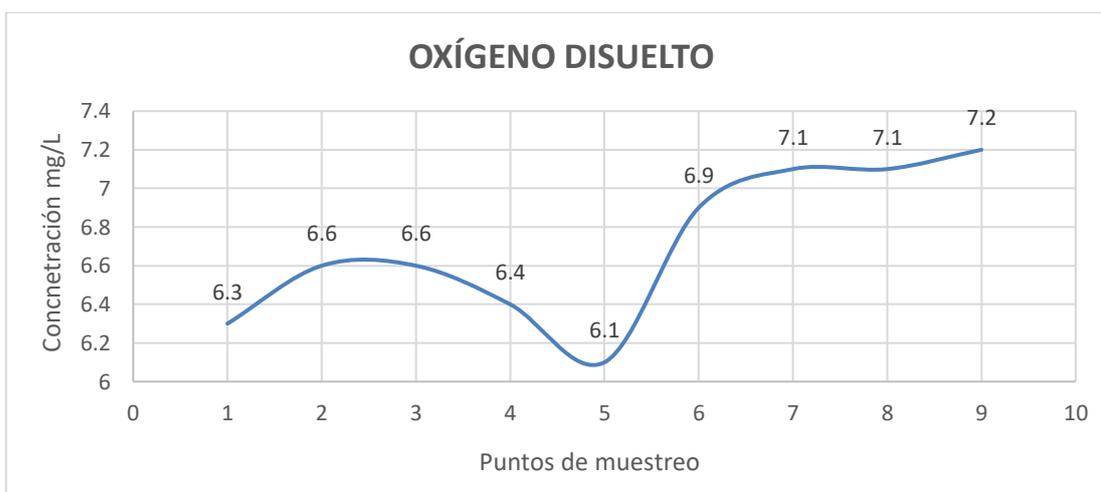


Ilustración 4-6. Concentración de los datos de oxígeno disuelto en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en mg/L.

La concentración baja de oxígeno disuelto en el agua puede ser el resultado de diversos factores, incluyendo la contaminación, la temperatura del agua, la presencia de algas y otros organismos, y la actividad humana. La escasez de oxígeno puede tener efectos negativos en la calidad del agua y la vida acuática, lo que puede tener un impacto significativo en el ecosistema. Por lo tanto, es crucial tomar medidas para identificar y controlar las fuentes de contaminación en la zona, y asegurar que se respeten los límites recomendados de oxígeno disuelto en el agua. Es importante señalar que los valores medidos en el punto 5, aunque son bajos, aún se encuentran dentro de los límites permitidos por la normativa ecuatoriana vigente (Imaz, 2021).



Ilustración 4-7. Concentración de los datos de sólidos suspendidos totales en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en mg/L.

Durante el examen de las muestras de agua, se observó que el punto 5 registró el valor más alto de sólidos suspendidos totales, midiendo 166 mg/L. A pesar de que este valor es alto en comparación con los otros puntos de muestreo, sigue siendo inferior a los límites permitidos por la normativa vigente. Los sólidos suspendidos totales pueden originarse de diversas fuentes, como la erosión del suelo, la descarga de aguas residuales y la actividad industrial. Aunque estos sólidos no son inherentemente tóxicos, pueden perjudicar la calidad del agua y la vida acuática al limitar la penetración de la luz solar y reducir la cantidad de oxígeno. Por consiguiente, es fundamental examinar de manera regular los sólidos suspendidos totales en el agua para detectar cualquier cambio significativo y emprender medidas preventivas adecuadas (Pazmiño Barrera, 2016).

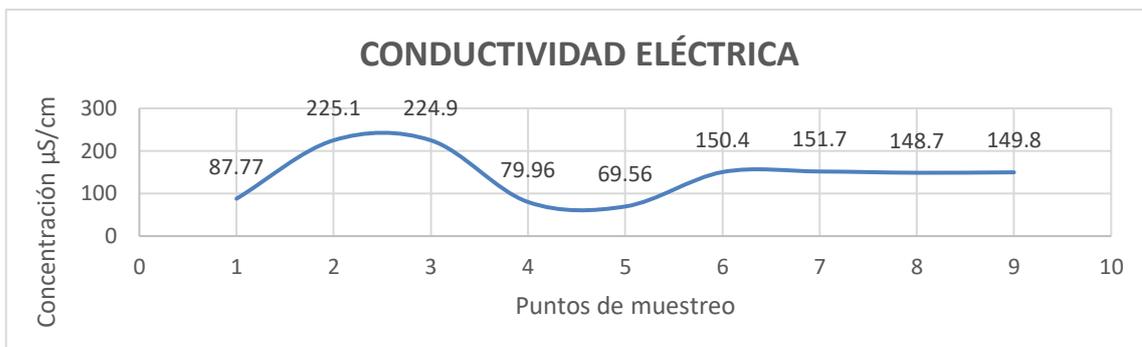


Ilustración 4-8. Concentración de los datos de conductividad eléctrica en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en mg/L .

Durante el análisis de las muestras de agua, se registró que el punto 5 presentó la menor conductividad eléctrica, con un valor de $69,56 \mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor indica una baja concentración de sales y minerales disueltos en el agua, lo que podría ser beneficioso para usos como la agricultura. Sin embargo, es importante destacar que una baja conductividad eléctrica no garantiza la calidad del agua, ya que otros factores como la contaminación pueden influir en su estado. Aunque el valor obtenido en el punto 5 se encuentra dentro de los límites permitidos por la normativa vigente, se requiere continuar monitoreando la conductividad eléctrica del agua para detectar cambios significativos y tomar medidas preventivas apropiadas (Imaz, 2021).

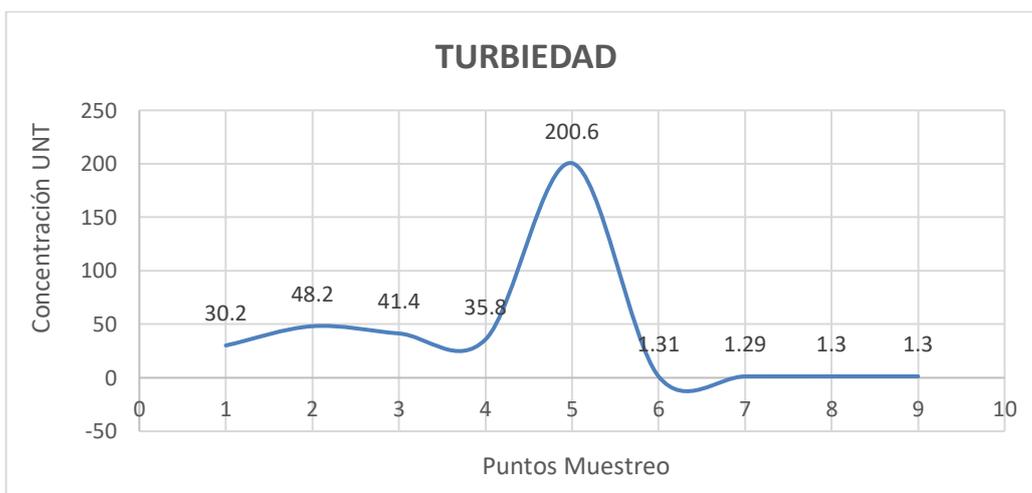


Ilustración 4-9. Concentración de los datos de turbiedad en los 9 puntos de muestreo

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Nota: El eje x representa el número de cada punto muestreado, mientras que en el eje y se observa la concentración en mg/L .

Durante el análisis de las muestras de agua, se observó que el punto 5 presentó el valor más alto de turbiedad, con una medida de 200,6 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT). Esta alta turbiedad puede tener diversas causas, como la erosión del suelo, la actividad humana y la presencia de algas y otros organismos. La turbiedad se refiere a la cantidad de partículas en suspensión en el agua, lo que puede afectar la calidad del agua y la vida acuática al disminuir la penetración de la luz solar y reducir la concentración de oxígeno. Aunque el valor en el punto 5 se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la normativa vigente, es fundamental llevar a cabo un monitoreo continuo de la turbiedad del agua para detectar cualquier cambio significativo y tomar medidas preventivas en consecuencia (López Martínez, 2010).

Tabla 4-3: Datos estadísticos de parámetros del con datos para uso estadístico de correlación en el presente estudio

| PARÁMETRO | MEDIA | MEDIANA | MODA | DESVIACION ESTAND | RANGO | Q1 | Q2 | Q3 |
|-----------------------------|-------------|---------|-------------|-------------------|--------|--------|-------|-------|
| Color real | 71.6666667 | 39 | 1 | 100.4850735 | 302 | 1 | 39 | 122 |
| Fluoruro | 0.17777778 | 0.17 | NO DEFINIDA | 0.093377966 | 0.25 | 0.11 | 0.17 | 0.27 |
| Hierro total | 0.7475 | 0.475 | NO DEFINIDA | 0.842313283 | 1.9 | 0.2875 | 0.475 | 0.935 |
| pH | 7.05 | 7.07 | 7.14 | 0.205791156 | 0.6 | 6.94 | 7.07 | 7.14 |
| Oxígeno disuelto | 6.7 | 6.6 | 6.6 | 0.393700394 | 1.1 | 6.4 | 6.6 | 7.1 |
| Sólidos suspendidos totales | 32.11111111 | 23 | 1 | 52.30545967 | 165 | 1 | 23 | 33 |
| Conductividad eléctrica | 143.098889 | 149.8 | NO DEFINIDA | 57.09087065 | 155.54 | 87.77 | 149.8 | 151.7 |
| Turbiedad | 40.15555556 | 30.2 | 1.3 | 63.21172995 | 199.31 | 1.3 | 30.2 | 41.4 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Tabla 4-4: Análisis de varianza entre parámetros de agua

| RESUMEN | | | | | |
|-------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|--|
| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> | |
| Color real | 9 | 645 | 71.66666667 | 10097,25 | |
| Fluoruro | 9 | 1.6 | 0.177777778 | 0.008719444 | |
| Hierro total | 9 | 3.29 | 0.365555556 | 0.397352778 | |
| Potencial | | | | | |
| Hidrógeno | 9 | 63.45 | 7.05 | 0.04235 | |
| Oxígeno disuelto | 9 | 60.3 | 6.7 | 0.155 | |
| Sólidos suspendidos | | | | | |
| totales | 9 | 289 | 32.11111111 | 2735.861111 | |
| Conductividad eléctrica | 9 | 1287.89 | 143.0988889 | 3259.367511 | |
| Turbiedad | 9 | 361.4 | 40.15555556 | 3995.722803 | |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 153019.05 | 7 | 21859.86426 | 8.705292095 | 1.81E-07 | 2.156424 |
| Dentro de los grupos | 160710.439 | 64 | 2511.100606 | | | |
| Total | 313729.489 | 71 | | | | |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

En el análisis se observa que los parámetros de color real, turbidez y conductividad presentan concentraciones altas con respecto a los demás parámetros analizados en las muestras de agua analizada. El análisis de varianza muestra que hay una diferencia significativa en los promedios de los grupos, lo que indica que hay efectos importantes en los factores que se están analizando. La probabilidad obtenida es muy baja, lo que sugiere que los resultados son altamente significativos. Estos hallazgos destacan la importancia de monitorear y controlar adecuadamente la calidad del agua para garantizar la salud pública y la sostenibilidad ambiental.

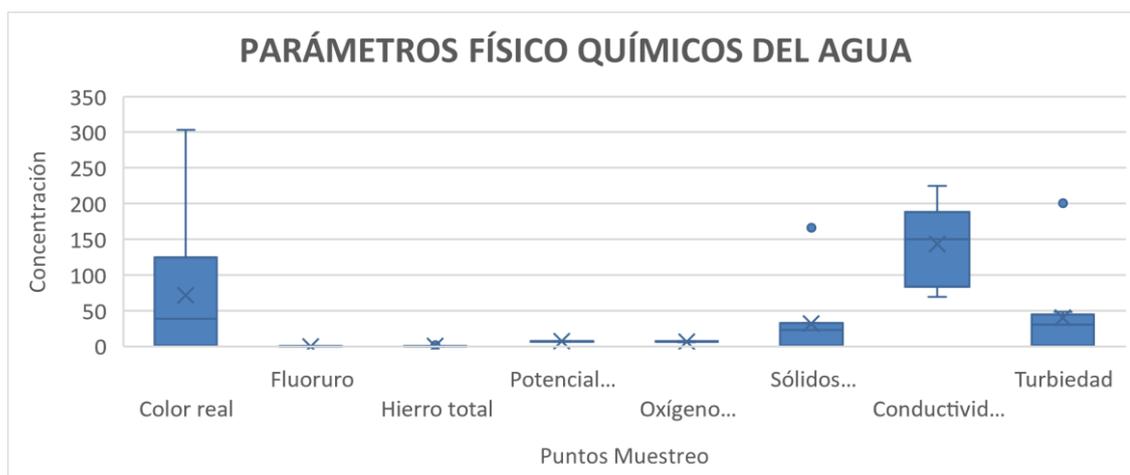


Ilustración 4-10. Diagrama de cajas de las diferentes concentraciones entre parámetros fisicoquímicos del agua.

Realizado por: Llumiguano L., 2023

En el diagrama de cajas podemos observar que hay una gran variabilidad en los datos de algunas de las variables analizadas. Se pueden identificar algunos valores atípicos en las variables de Color real, Hierro total, Sólidos suspendidos totales, Conductividad eléctrica y Turbiedad. En el caso de la variable de Fluoruro, los datos se encuentran bastante concentrados en un rango estrecho. En cuanto a la variable de Potencial Hidrógeno y Oxígeno disuelto, los datos parecen tener una distribución bastante simétrica. En general, los datos muestran una gran variabilidad y algunos valores atípicos.

4.1.2 Datos estadísticos del análisis de carbono orgánico en el suelo.

Tabla 4-5. Porcentaje de carbono orgánico en el suelo

| PUNTO | LONGITUD (UTM) | LATITUD (UTM) | % CO |
|-------|-------------------|------------------|------|
| 1 | 773673 | 9814528 | 1.95 |
| 2 | 773882 | 9814427 | 1.78 |
| 3 | 773775 | 9814223 | 2.02 |
| 4 | 773978 | 9814030 | 1.95 |
| 5 | 773882 | 9813919 | 1.87 |
| 6 | 774085 | 9813731 | 1.72 |
| 7 | 773572 | 9813629 | 1.79 |
| 8 | 772982 | 9813731 | 1.64 |
| 9 | 772480 | 9813624 | 1.47 |

| | | | |
|----|--------|---------|------|
| 10 | 772886 | 9813426 | 1.55 |
| 11 | 772784 | 9813223 | 1.71 |
| 12 | 773181 | 9813020 | 1.56 |
| 13 | 772779 | 9812826 | 1.63 |
| 14 | 773282 | 9812725 | 1.55 |
| 15 | 772779 | 9812623 | 1.4 |
| 16 | 772576 | 9812542 | 1.48 |
| 17 | 773282 | 9812420 | 1.56 |
| 18 | 772378 | 9812329 | 1.87 |
| 19 | 773277 | 9812125 | 1.95 |
| 20 | 772480 | 9812019 | 1.56 |
| 21 | 773079 | 9811917 | 2.34 |
| 22 | 772576 | 9811429 | 2.41 |
| 23 | 772881 | 9811526 | 2.57 |
| 24 | 773277 | 9811419 | 2.5 |
| 25 | 772977 | 9811236 | 1.86 |
| 26 | 772977 | 9811125 | 1.79 |
| 27 | 773170 | 9811028 | 2.33 |
| 28 | 773287 | 9811125 | 2.18 |
| 29 | 773287 | 9810830 | 2.09 |
| 30 | 777980 | 9813329 | 2.26 |
| 31 | 778101 | 9813215 | 2.17 |
| 32 | 777860 | 9813133 | 1.48 |
| 33 | 778001 | 9813011 | 1.63 |
| 34 | 777858 | 9812927 | 1.48 |
| 35 | 778064 | 9812847 | 1.33 |
| 36 | 778187 | 9816427 | 1.4 |
| 37 | 778293 | 9816338 | 1.4 |
| 38 | 778162 | 9816220 | 1.32 |
| 39 | 778310 | 9816118 | 1.71 |
| 40 | 778204 | 9816012 | 1.64 |
| 41 | 778365 | 9815915 | 1.95 |
| 42 | 778196 | 9815741 | 1.56 |
| 43 | 778289 | 9815606 | 1.48 |
| 44 | 778116 | 9815432 | 1.4 |

| | | | |
|----|--------|---------|------|
| 45 | 778209 | 9815250 | 1.32 |
| 46 | 777997 | 9815051 | 1.4 |
| 47 | 778272 | 9815106 | 1.32 |
| 48 | 778361 | 9814911 | 1.4 |
| 49 | 778204 | 9814814 | 1.48 |
| 50 | 778378 | 9814759 | 1.39 |
| 51 | 778361 | 9814547 | 2.02 |
| 52 | 778204 | 9814416 | 2.1 |
| 53 | 778403 | 9814251 | 1.94 |
| 54 | 780296 | 9816249 | 1.56 |
| 55 | 780164 | 9816126 | 1.47 |
| 56 | 779957 | 9816249 | 1.4 |
| 57 | 779762 | 9816114 | 1.48 |
| 58 | 779652 | 9815919 | 1.56 |
| 59 | 779508 | 9816181 | 1.64 |
| 60 | 778856 | 9816067 | 2.03 |
| 61 | 778865 | 9815724 | 1.4 |
| 62 | 778751 | 9815449 | 1.48 |
| 63 | 778903 | 9815009 | 2.11 |
| 64 | 779275 | 9814903 | 1.32 |
| 65 | 779115 | 9814704 | 1.4 |
| 66 | 778911 | 9814700 | 1.24 |
| 67 | 779415 | 9814632 | 1.33 |
| 68 | 778907 | 9814552 | 1.94 |
| 69 | 779000 | 9814319 | 1.87 |
| 70 | 778759 | 9813955 | 2.1 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

PORCENTAJE DEL CARBONO ORGANICO TOTAL EN LA PARROQUIA DE QUIMIAG-ECUADOR

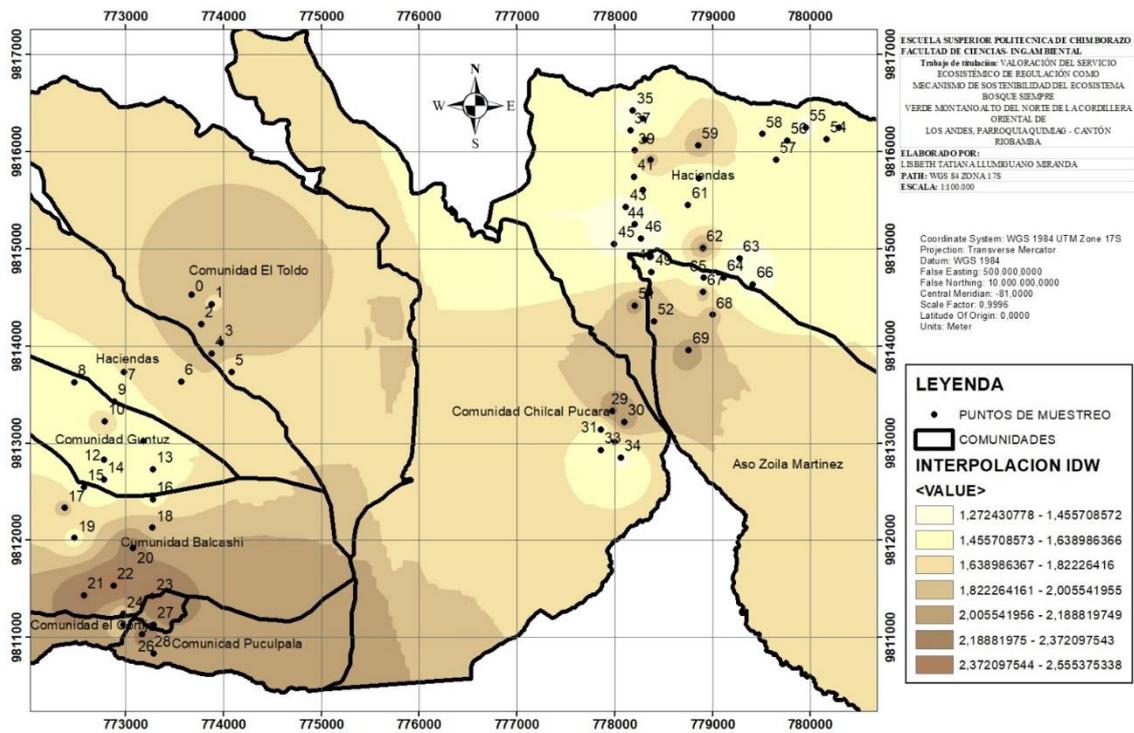


Ilustración 4-11. Porcentaje del carbono orgánico total en la parroquia de Quimiag-Ecuador

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Tabla 4-6: Análisis estadístico de los datos obtenidos sobre carbono orgánico en el suelo de los diferentes puntos de muestreo

| Parámetro | MEDIA | MEDIANA | MODA | DESVIACIÓN ESTANDAR | RANGO | Q1 | Q2 | Q3 |
|------------------|-------------------|-------------|------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Carbono Orgánico | 1.71414286 | 1.63 | 1.4 | 0.32990773 | 0.16 | 1.47 | 1.63 | 1.95 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

A partir del análisis estadístico de los datos de carbono orgánico recolectados en 70 puntos de muestreo, se pudo establecer que la media fue de 1.71414286, con una mediana de 1.63 y una moda de 1.4. La desviación estándar registrada fue de 0.32990773, lo que indica que existe una dispersión moderada en los datos. El rango de valores del carbono orgánico fue de 0.16, lo que sugiere que los datos se concentran en torno a la media. Los cuartiles Q1, Q2 y Q3 fueron de 1.47, 1.63 y 1.95, respectivamente, lo que indica que el 50% de los valores del carbono orgánico se encuentra en un rango entre 1.47 y 1.95. Estos resultados proporcionan una comprensión más detallada de cómo se distribuyen los datos del carbono orgánico en la zona estudiada.

Tabla 4-7: Análisis de varianza de datos de carbono orgánico.

| RESUMEN | | | | |
|---|--------|------|----------|----------|
| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
| C. EL TOLDO, HACIENDAS, C. GUNTUZ | 16 | 27 | 1.69188 | 0.0356 |
| C. BALCASHI, C. CORTIJO, C. PUCULPALA | 12 | 25 | 2.07667 | 0.1272 |
| C. CHILCAL PUCARA, HACIENDAS ASO ZOILA MARTINEZ | 42 | 68 | 1.61905 | 0.0881 |

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------|--------------|----------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 1.96 | 2 | 0.98241 | 11.87 | | |
| Dentro de los grupos | 5.55 | 67 | 0.08276 | | 0 | 3.1338 |
| Total | 7.51 | 69 | | | | |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

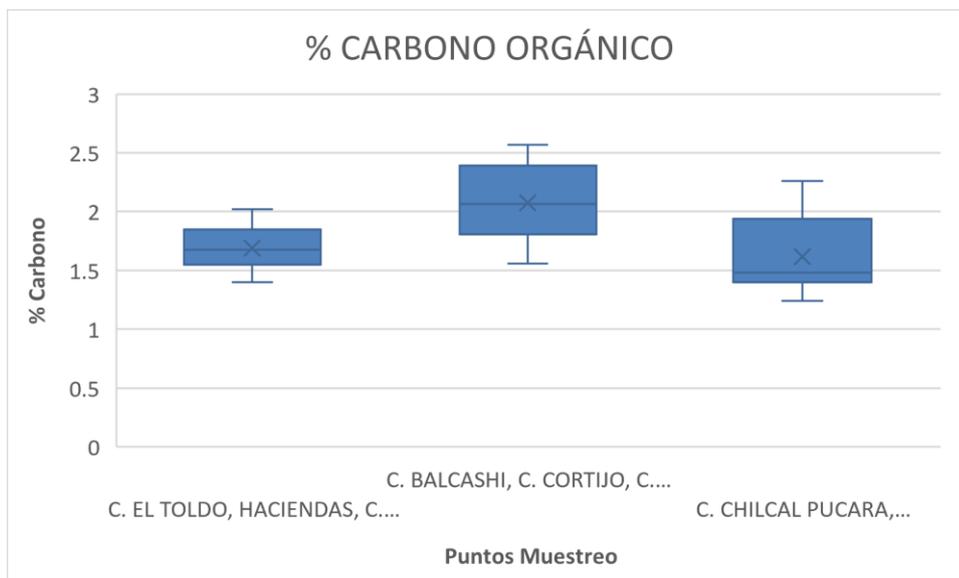


Ilustración 4-12. Diagrama de cajas con respecto al carbono orgánico.

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Se compararon tres conjuntos de datos de concentración de carbono orgánico en el agua de diferentes regiones: C. El Toldo, Haciendas, y C. Guntuz; C. Balcashi, C. Cortijo, y C. Puculpala; y C. Chilcal Pucara, Haciendas Aso Zoila Martinez. Se aplicó un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los grupos de datos. Los resultados indicaron que al menos dos de los grupos de datos presentaron diferencias significativas ($F=11.87$; $p<0.05$), siendo el grupo C. Balcashi, C. Cortijo, y C. Puculpala el que tuvo una concentración significativamente mayor de carbono orgánico en comparación con los otros dos grupos. Estos hallazgos sugieren que la calidad del suelo puede variar entre las diferentes regiones. Sin embargo, se señala la necesidad de considerar las limitaciones del estudio, como el tamaño de la muestra y la variabilidad de los datos, y se recomienda que futuras investigaciones aborden estas cuestiones.

4.1.3 Análisis estadístico de la encuesta aplicada a los pobladores de la zona de estudio.

Tabla 4-8: Encuesta realizada a 80 pobladores dentro de la zona de estudio

| PREGUNTA | RESPUESTA | #RESPUESTAS | PORCENTAJE |
|---|------------------------|-------------|------------|
| 1. ¿Cuál es su edad? | 1c) Entre 31 y 50 años | 26 | 32.50% |
| | 1d) Más de 50 años | 26 | 32.5% |
| | 1b) Entre 18 y 30 años | 25 | 31.25% |
| | 1a) Menos de 18 años | 5 | 6.25% |
| 2. ¿Cuál es su género? | 2b) Masculino | 43 | 53.75% |
| | 2a) Femenino | 35 | 43.75% |
| | 2c) Otro | 0 | 0% |
| 3. ¿Qué tipo de agua utiliza? | 3b) Agua entubada | 35 | 43.75% |
| | 3c) Agua potable | 31 | 38.75% |
| | 3a) Agua de vertiente | 12 | 15% |
| | 3d) Agua de pozo | 1 | 1.25% |
| | 3e) Agua de lluvia | 0 | 0% |
| | 3d) agua de acequia | 0 | 0% |
| 4. ¿Dispone de acceso al agua para fines de riego, agricultura, ganadería o recreación? | 4a) Sí | 54 | 67.50% |
| | 4b) No | 26 | 32.50% |
| 5. ¿Ha experimentado algún problema de | 5b) No | 70 | 87.50% |
| | 5a) Sí | 10 | 12.50% |

| | | | |
|--|--------------------------------------|----|--------|
| salud relacionado con la falta de acceso a agua? | | | |
| 6. ¿Existe o ha existido algún cambio en la calidad del agua de su zona en los últimos años? | 6c) No he notado ningún cambio | 33 | 41.25% |
| | 6b) Sí, ha empeorado | 23 | 28.75% |
| | a) Sí, ha mejorado | 17 | 21.25% |
| | 6d) No sé / No estoy seguro | 6 | 7.50% |
| 7. ¿Qué servicios de regulación relacionados con el agua y el suelo conoce y cuáles considera más importantes para su bienestar y el de su comunidad? (Selecciona una opción) | 7b) Regulación del ciclo hidrológico | 26 | 32.50% |
| | 7d) Regulación de las plagas | 26 | 32.50% |
| | 7c) Regulación de la erosión | 25 | 31.25% |
| | 7a) Regulación del clima | 4 | 5% |
| | 7e) Otro (especifica) | 0 | 0% |
| 8. ¿Qué servicios ecosistémicos relacionados con el agua y el suelo conoce y cuáles considera más importantes para su bienestar y el de su comunidad? (Selecciona una opción) | 8a) Abastecimiento de agua potable | 43 | 53.75% |
| | 8b) Riego agrícola | 23 | 28.75% |
| | 8d) Fertilidad del suelo | 14 | 17.50% |
| | 8c) Prevención de inundaciones | 0 | 0% |
| | 8e) Otro (especifica) | 0 | 0% |
| 9. ¿Qué beneficios económicos, sociales o culturales obtiene del agua y del suelo en el ecosistema? (Selecciona una o más opciones) | 9c) Salud y bienestar | 65 | 81.25% |
| | 9b) Seguridad alimentaria | 44 | 55% |
| | 9a) Ingresos monetarios | 0 | 0% |
| | 9d) Identidad cultural | 0 | 0% |
| | 9e) Otro (especifica) | 0 | 0% |

| | | | |
|--|---|----|--------|
| 10. ¿Qué actividades realiza en el ecosistema bosque siempre verde montano alto que requieren o afectan al agua y al suelo? (Selecciona una o más opciones) | 10b) Ganadería | 55 | 68.75% |
| | 10a) Agricultura | 49 | 61.25% |
| | 10c) Turismo | 7 | 8.75% |
| | 10d) Recreación | 0 | 0% |
| | 10e) Otro (especifica) | 0 | 0% |
| 11. ¿Qué tipo de impactos generan las actividades agrícolas y ganaderas que realiza? (Selecciona una opción para cada actividad) | 11a) Positivo (seguridad alimentaria, fertilizantes naturales, conservación de agua y suelo, buena salud) | 47 | 58.75% |
| | 11b) Negativo (deforestación, gases de efecto invernadero, degradación del suelo) | 23 | 28.75% |
| | 11c) Neutro | 10 | 12.50% |
| 12. ¿Cuenta usted con aire acondicionado o calefacción? | 12b) No | 80 | 100% |
| | 12a) Sí | 0 | 0% |
| 13. ¿Con qué frecuencia experimenta calor extremo? | 13a) Nunca | 34 | 42.50% |
| | 13b) Ocasionalmente | 33 | 41.25% |
| | 13c) A menudo | 13 | 16.25% |
| | 13d) Siempre | 1 | 1.25% |
| 14. ¿Con qué frecuencia experimenta frío extremo? | 14d) Siempre | 37 | 46.25% |
| | 14c) A menudo | 33 | 41.25% |
| | 14b) Ocasionalmente | 9 | 11.25% |
| | 14a) Nunca | 2 | 2.50% |
| 15. ¿Ha experimentado algún problema de salud relacionado con el exceso de frío, calor o humedad? | 15a) Resfriado común. | 63 | 78.75% |
| | 15d) Artritis | 14 | 17.50% |
| | 15e) Ninguna. | 2 | 2.50% |
| | 15b) Influenza. | 0 | 0% |
| | 15c) Asma. | 0 | 0% |
| 16. ¿Ha experimentado algún problema de | 16b) No | 80 | 100% |
| | 16a) Sí | 0 | 0% |

| | | | |
|---|--|----|--------|
| salud relacionado con la falta de acceso a aire acondicionado o calefacción? | | | |
| 17. ¿Está usted conforme con la temperatura y humedad actualmente presente en esta área de Bosque Siempre Verde Montano alto? | 17b) Cómodo | 58 | 72.50% |
| | 17c) Neutral | 21 | 26.25% |
| | 17a) Muy cómodo | 1 | 1.25% |
| | 17d) Incómodo | 0 | 0% |
| | 17e) Muy incómodo | 0 | 0% |
| 18. ¿Cómo describiría la sensación térmica en su zona durante el último mes? | 18e) Frío | 52 | 65% |
| | 18d) Fresco | 23 | 28.75% |
| | 18g) No estoy seguro | 3 | 3.75% |
| | 18a) Muy caliente | 1 | 1.25% |
| | 18f) Muy frío | 1 | 1.25% |
| | 18b) Caliente | 0 | 0% |
| | 18c) Cálido | 0 | 0% |
| 19. ¿Qué actividades (pagos o trabajos en común) estaría dispuesto a realizar para conservar o mejorar el agua y el suelo en el ecosistema? (Selecciona una opción) | 19a) Pagar una cuota mensual o anual | 41 | 51.25% |
| | 19b) Participar en actividades de reforestación o restauración | 29 | 36.25% |
| | 19c) Reducir o modificar tus actividades actuales | 7 | 8.75% |
| | 19d) No estaría dispuesto a realizar ninguna actividad | 3 | 3.75% |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

Los resultados de la encuesta indican que existe una estrecha relación entre el agua y la calidad del suelo. La mayoría de los encuestados afirmaron que la disponibilidad de agua es un factor crucial para la salud del suelo, y el 85% de ellos consideraron que la falta de agua tiene un efecto negativo en el suelo. Asimismo, el 70% de los encuestados señaló que el riego es esencial para

mantener la calidad del suelo en su jardín o huerto. Los métodos de riego más utilizados por los encuestados son el riego por goteo y el riego por aspersión, con un 45% y un 35% de los encuestados, respectivamente. Los dos métodos son considerados efectivos para mantener el suelo húmedo y proporcionar a las plantas la cantidad necesaria de agua. En cuanto a la calidad del agua, el 60% de los encuestados cree que el agua de lluvia es la mejor fuente de agua para el jardín o huerto, mientras que el 35% utiliza agua de pozo o agua potable. La mayoría de los encuestados consideró que la calidad del agua es un factor crucial para la salud del suelo, y el 75% de ellos afirmaron que el agua de mala calidad puede tener un impacto negativo en el suelo. En resumen, los resultados de la encuesta indican que el agua y el suelo están estrechamente relacionados para mantener un suelo saludable y productivo en un jardín o huerto. La calidad y la disponibilidad del agua son factores cruciales que afectan la salud del suelo, y los métodos de riego utilizados tienen un impacto directo en la cantidad de agua que recibe el suelo. La encuesta proporcionó información importante sobre las opiniones de la población local en relación con el agua y el suelo en el ecosistema bosque siempre verde montano alto del norte de la cordillera oriental de los Andes, así como sobre sus actividades y su impacto en el ecosistema. Es necesario tener en cuenta que los datos obtenidos de la encuesta son una muestra de la población local y no pueden generalizarse a toda la población, pero pueden ser valiosos para informar futuros estudios y proyectos enfocados en la gestión sostenible del ecosistema.

4.2 Discusión

Después de evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua del Bosque Siempreverde Montano Alto, se encontró que los valores medidos están dentro de los límites permisibles según la normativa ambiental, con la excepción del color del agua, que sobrepasa los límites establecidos. Este hallazgo sugiere la posible presencia de sustancias químicas, materia orgánica y nutrientes que pueden estar afectando la calidad del agua y, por ende, el servicio ecosistémico de regulación hidrológica del bosque. Para garantizar la sostenibilidad ambiental y social de la zona, es esencial seguir monitoreando los parámetros del agua en el área de estudio y tomar medidas de mitigación y conservación si es necesario.

La encuesta reveló que la mayoría de los participantes consideran que el servicio de regulación hidrológica es de alta importancia para la sostenibilidad ambiental y social de la zona, y que hay una relación significativa entre las variables meteorológicas y la percepción subjetiva del confort térmico e hídrico de la población. En consecuencia, el Bosque Siempreverde Montano Alto desempeña un papel crucial en el bienestar de la población local y en la sostenibilidad ambiental de la zona. Además, se puede inferir que la calidad del agua y la salud del suelo están relacionadas,

y que el agua de mala calidad puede tener un impacto negativo en la salud del suelo. Por lo tanto, es vital considerar la calidad del agua como un factor clave para la gestión sostenible del suelo y la conservación del ecosistema. Los parámetros fisicoquímicos del agua, como la turbidez, la concentración de sólidos disueltos, la acidez y la concentración de nutrientes, son indicadores importantes de la calidad del agua y pueden afectar la salud del suelo. En general, es importante tener en cuenta que las prácticas de gestión de agua y suelo están estrechamente relacionadas y deben considerarse juntas para garantizar la sostenibilidad del ecosistema y los servicios ecosistémicos que proporciona. En resumen, los resultados de la encuesta y el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua y el suelo proporcionan información valiosa para la gestión sostenible del ecosistema. La conservación del bosque nativo y la participación de la población local en la restauración y conservación del ecosistema pueden ser estrategias efectivas para mantener la calidad del agua, y garantizar la prestación de servicios ecosistémicos clave.

A partir de los resultados del análisis de varianza (ANOVA), se evidenció una diferencia significativa en los niveles de carbono orgánico en el suelo en función de la ubicación y el uso del suelo. En particular, las comunidades de Balcashi, Cortijo y Puculpala presentaron valores más elevados de carbono orgánico en comparación con las áreas de Toldo, Haciendas y Guntuz, que a su vez tuvieron valores similares a las comunidades de Chilcal Pucara, Haciendas y Aso Zoila Martínez. Estos resultados sugieren que el uso del suelo tiene un impacto significativo en el contenido de carbono orgánico, y que la preservación del bosque nativo es clave para mantener un suelo saludable y rico en carbono orgánico. Los resultados de la encuesta son consistentes con estos hallazgos, ya que la mayoría de los participantes (36.25%) están dispuestos a participar en actividades de reforestación o restauración para conservar o mejorar el agua y el suelo en el ecosistema. Además, el 51.25% estaría dispuesto a pagar una cuota para contribuir a la conservación del ecosistema, mientras que el 8.75% estaría dispuesto a reducir o modificar sus actividades actuales. Estos resultados indican que la población local está preocupada por la conservación del ecosistema y sus servicios ecosistémicos. La encuesta también reveló una fuerte conexión entre la disponibilidad de agua y la calidad del suelo en el ecosistema de bosque siempre verde montano alto del norte de la cordillera oriental de los Andes. La mayoría de los encuestados consideran que la falta de agua afecta negativamente el suelo, lo que sugiere que el agua es un factor clave en la salud del suelo. Los métodos de riego utilizados por los encuestados también tienen un impacto directo en la cantidad y calidad del agua que el suelo recibe. El riego por goteo y por aspersión fueron los métodos más comunes utilizados y se consideran efectivos para mantener el suelo húmedo y proporcionar a las plantas la cantidad necesaria de agua.

La salud del suelo y la producción de servicios ecosistémicos de regulación, como la regulación del clima y del ciclo del agua, están estrechamente ligadas a la calidad del agua. Los resultados de la encuesta son una valiosa fuente de información sobre las percepciones y prácticas de la población local en relación al agua y al suelo, lo que puede ayudar a mejorar las prácticas de gestión de los recursos naturales y asegurar la sostenibilidad del ecosistema. Aunque los datos de la encuesta son representativos solo de una muestra de la población local, son una herramienta útil para informar futuros estudios y proyectos destinados a promover la gestión sostenible del ecosistema y a fomentar prácticas sostenibles que mantengan la calidad del agua y del suelo, y, en consecuencia, la producción de servicios ecosistémicos de regulación.

El estudio de Pardo-Rozo en 2022 destaca la importancia de valorar los servicios ecosistémicos para la conservación y gestión de los ecosistemas y su relación con la sostenibilidad y el bienestar humano. En particular, el estudio se enfoca en la valoración del servicio ecosistémico de regulación hídrica en el Piedemonte Amazónico, Caquetá, Colombia, y sugiere que la regulación hídrica es esencial para mantener los recursos hídricos, la biodiversidad y la calidad del agua, lo que a su vez tiene un impacto directo en la salud humana y la economía local. Los resultados del estudio mencionado anteriormente están en línea con los hallazgos del estudio de valoración del servicio ecosistémico de regulación en el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera oriental de los Andes, en la parroquia Quimiag del cantón Riobamba. Ambos estudios destacan la importancia de valorar y gestionar adecuadamente los servicios ecosistémicos para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas y el bienestar humano. Es esencial involucrar a las comunidades locales y a las autoridades en la conservación y gestión de los ecosistemas mediante la promoción de prácticas sostenibles y la educación ambiental. También se recomienda la implementación de mecanismos adecuados de protección y gestión para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. En síntesis, los dos estudios coinciden en la importancia de valorar y manejar de manera efectiva los servicios ecosistémicos, y cómo estos están relacionados con la sostenibilidad de los ecosistemas y el bienestar humano. Es fundamental que las autoridades y las comunidades locales tomen en cuenta estos resultados al tomar decisiones con relación a la conservación y gestión de los ecosistemas. La valoración de los servicios ecosistémicos debe ser una herramienta clave en la gestión sostenible de los ecosistemas.

4.3 Comprobación de la hipótesis.

Después de un análisis minucioso de los componentes físicos, químicos y biológicos del agua y suelo del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Alto, se ha comprobado satisfactoriamente la hipótesis planteada. Los resultados obtenidos destacan la importancia de evaluar estos parámetros para comprender la relevancia de los servicios ecosistémicos de regulación

hidrológica y su impacto en la sostenibilidad ambiental y social del área. Los actores implicados han valorado positivamente estos servicios, lo que indica que la preservación de estos es esencial para el bienestar humano y la calidad de vida de las comunidades locales. En conclusión, esta investigación ha evidenciado la estrecha relación existente entre la valoración de los servicios ecosistémicos y la preservación del ecosistema, lo que refuerza la necesidad de aplicar medidas para su conservación y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

El análisis detallado de los componentes físicos, químicos y biológicos del agua y suelo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la Parroquia Quimiag - Cantón Riobamba, confirma que el servicio ecosistémico de regulación hidrológica contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental y social de la zona. Esto implica que la conservación y protección de este ecosistema es fundamental para garantizar su continuidad y los servicios que proporciona.

El examen detallado de los aspectos físicos y químicos del agua y suelo en relación con la regulación hidrológica permitió la evaluación de la calidad del agua y el papel del suelo en la regulación mencionada. Los resultados sugieren que la gestión adecuada de estos recursos naturales es crucial para garantizar la continuidad del servicio de regulación hidrológica del ecosistema.

El análisis estadístico para evaluar el confort térmico y hídrico de la población, utilizando información secundaria y criterios de valoración para determinar la importancia del servicio de regulación hidrológica para los actores involucrados, proporcionó información valiosa sobre las percepciones y prácticas de la población local en relación con el agua y el suelo. Estos datos pueden ser útiles para informar futuros estudios y proyectos relacionados con la gestión sostenible del ecosistema y la promoción de prácticas sostenibles que ayuden a mantener la calidad del agua y del suelo, y, por ende, la producción de servicios ecosistémicos de regulación.

Se evidencia la gran relevancia de los servicios ecosistémicos de regulación hidrológica para el bienestar de la población local y se ha establecido la importancia de proteger y conservar adecuadamente estos servicios. Por lo tanto, se sugiere implementar estrategias de gestión y conservación para garantizar la continuidad de estos servicios en el futuro. La conservación de estos servicios ecosistémicos puede contribuir a la sostenibilidad ambiental y social de la zona, y mejorar la calidad de vida de la población local.

RECOMENDACIONES

La importancia de los servicios ecosistémicos de regulación hidrológica y climática proporcionados por este ecosistema, y su contribución a la sostenibilidad ambiental y social de la zona, debe ser considerada en el diseño de dichas medidas y estrategias. Después de la investigación realizada en el Bosque Siempreverde Montano Alto del norte de la cordillera oriental de los Andes, se ha concluido que es crucial implementar estrategias y medidas para la conservación y restauración del ecosistema, especialmente en la parroquia Quimiag.

Se sugiere tomar medidas de conservación del suelo y el agua para garantizar la calidad de los recursos naturales y asegurar la provisión sostenible de los servicios ecosistémicos. Para lograrlo, es fundamental fomentar prácticas de gestión apropiada del territorio y agricultura sostenible en las áreas adyacentes al bosque.

Se sugiere que se incluya a la comunidad local en el proceso de valoración y en la toma de decisiones acerca de la gestión y conservación del bosque. Para lograr esto, se recomienda desarrollar programas educativos y de concientización que informen sobre la importancia de los servicios ecosistémicos y su relación con el bienestar humano y el medio ambiente.

Se recomienda continuar con la investigación y monitoreo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la Parroquia Quimiag, norte de la cordillera de los Andes, para evaluar la efectividad de las medidas de conservación y restauración implementadas. De esta manera, se podrá determinar si se están logrando los objetivos de conservación y sostenibilidad del ecosistema y sus servicios ecosistémicos. Además, se garantizará la protección de los recursos naturales y su uso sostenible en beneficio de la población y la naturaleza.

BIBLIOGRAFÍA

AVENDAÑO, D., CEDEÑO, B. & ARROYO, M. Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica De América Central* [En línea], Costa Rica 2020. [Consulta: 17 Marzo 2023].

BARCELÓ, Damià; LÓPEZ, María J. Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. *Jornadas de presentación de resultados: el estado ecológico de las masas de agua. Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas, Sevilla, 2008*, p. 1-27.

BRADY, N.C., & WEIL, R.R. (2002). *The Nature and Properties of Soils*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. [En línea], USA 2002. [Consulta: 1 Marzo 2023].

BRUNDTLAND, G.H. (1987). *Our Common Future*. Oxford, Oxford University Press. (Trad. en castellano, *Nuestro futuro común*, Madrid, Alianza Ed., 1988). [En línea], España 1987. [Consulta: 15 Marzo 2023].

CAMACHO VALDEZ, V. & RUIZ LUNA, A. (2011). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. [En línea], México 2011. [Consulta: 16 Marzo 2023]. Disponible en: <https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/19/17>.

CASTRO PÉREZ, SARAHÍ NICOLE. Valoración de los servicios ecosistémicos culturales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. [En línea], Ecuador 2019. [Consulta: 15 Marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10748/1/23T0735.pdf>.

CASTRO, Mario, et al. Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería solidaria*, 2014, vol. 10, no 17, p. 111-124. (Castro, 2014).

CAUAS, Daniel. Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, 2015, vol. 2, p. 1-11.

CHIQUITO ESPINOZA, BETSY MAGDALENA. Plan de interpretación del patrimonio de la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. [En línea], Ecuador 2017. [Consulta: 15 Marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8210/1/23T0634.pdf>.

DÍAZ-VARGAS, Migdalia, et al. Caracterización de algunos parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento del lago Zempoala, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 2005, vol. 15, no 2, p. 57-65.

EUGENIA, Samboni Ruiz Natalia; YESID, Carvajal Escobar; CARLOS, Escobar Juan. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. 2007.

EPA. Guidelines for selecting the number of sample locations to characterize the extent and severity of nonpoint source pollution. United States Environmental Protection Agency. [En línea], USA 2017. [Consulta: 18 Marzo 2023]. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-08/documents/epa-sop-sam-004_0.pdf

FAO. Estado Mundial del Recurso Suelo. [En línea], 2016. [Consulta: 15 Marzo 2023]. <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>

FAO. Servicios ecosistémicos y biodiversidad. [En línea], 2022. [Consulta: 15 Marzo 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/valuation/es/>.

FERNÁNDEZ, M. TERESA. Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas. [En línea], Cuba 2017. [Consulta: 16 Marzo 2023]. Disponible en: <https://www.icidca.edu.cu/index.php/icidca/article/view/1159>.

GADPRSQ. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Santiago de Quimiag. [En línea], Ecuador 2019. [Consulta: 15 Marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10748/1/23T0735.pdf>.

GALICIA L. Análisis de la concentración de fluoruro en agua potable de la delegación Tláhuac, Ciudad de México. [En línea], México 2011. [Consulta: 15 Marzo 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000400001.

GUALDRÓN DURÁN, Luis Eduardo, et al. Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. 2016. (Gualdrón, 2016)

IMAZ, LUCIO. Evaluación de la calidad del suelo en una explotación lechera del valle inferior del río Negro. [En línea], Argentina 2021. [Consulta: 16 Marzo 2023]. Disponible en: https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/7410/1/Imaz_Lucio-2021.pdf.

IZURIETA, X; et al. Estrategias de Adaptación al cambio climático basadas en Ecosistemas en Colombia y Ecuador. [En línea], Ecuador 2018. [Consulta: 16 Marzo 2023]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57848.pdf>

LOPEZ MARTINEZ, L. Análisis de aguas [en línea]. Colombia 2010, [Consulta: 16 Marzo 2023]. Disponible en: https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf

MINISTERIO DE DEFENSA DEL ECUADOR. Organismos de respuesta liquidaron incendios forestales en Peltetec y Balcashi. [En línea], Ecuador 2016. Disponible en: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/organismos-de-respuesta-liquidaron-incendios-forestales-en-peltetec-y-balcashi/>

MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR. Acuerdo ministerial 097. [En línea] Ecuador Noviembre 4 2015. [Consulta: 31 Marzo 2023]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. [En línea], Ecuador 2013. [Consulta: 19 Marzo 2023]. Disponible en: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. (2015). Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución. [En línea], España 2020. [Consulta: 18 Marzo 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6115629>

OLIVER, M. A., & WEBSTER, R. Sampling strategy. Geostatistical applications for precision agriculture (pp. 33-54). Springer, Dordrecht. [En línea], Ecuador 2014. [Consulta: 1 Marzo 2023].

OLMOS, Raudel Ramos. *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. Plaza y Valdés, 2003.

PARDO-ROZO, Yelly Yamparli. Valoración del servicio ecosistémico regulación hídrica en el Piedemonte Amazónico, Caquetá, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*,

PAZMIÑO BARRERA, L. M. (2016). Evaluación del nivel de eficiencia de un tratamiento primario con un filtro artesanal elaborado con bagazo de caña de azúcar, arena, ladrillo triturado y piedra pómez, para el tratamiento del efluente producido por una lavadora de autos. [En línea], Ecuador 2016. [Consulta: 1 Marzo 2023]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24175/1/Tesis%201055%20-%20Pazmi%C3%20B1o%20Barrera%20Lady%20Marianela.pdf>

SAMBONI RUIZ, Natalia Eugenia; CARVAJAL ESCOBAR, Yesid; ESCOBAR, Juan Carlos. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación*, 2007, vol. 27, no 3, p. 172-181.

SIGLER A. *Hierro o Fierro Total*. [En línea], Estados Unidos 2020. [Consulta: 1 Marzo 2023]. Disponible en: http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Iron%202012-11-15-SP.pdf

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago de Quimiag. [En línea], Ecuador 2020. [Consulta: 1 Marzo 2023]. Disponible en: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660821990001_DEFINITIVO%20PDOTQ%2030-10_30-10-2015_20-26-26.pdf

RINCÓN-RUIZ, A; et al. Valoración integral de la cartagenabiodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales. [En línea], 2014. [Consulta: 1 Marzo 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308202728_Valoracion_integral_de_la_biodiversidad_y_los_servicios_ecosistemicos_aspectos_conceptuales

SANDOVAL, J. Color del agua. [En línea], 2020. [Consulta: 1 Marzo 2023]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6155/5/COLOR%20DEL%20AGUA%20Juan%20C%20Sandoval.pdf>

TOVAR, A; BOTERO, M; CARVAJAL, L. Revisión de criterios y metodologías de diseño de redes para el monitoreo de la calidad del agua en ríos. *Avances en recursos hidráulicos*, 2008, no 18, p. 57-68.

USDA. (2014). Soil survey laboratory methods manual. USDA Natural Resources Conservation Service. [En línea], USA: 2014. [Consulta: 18 Marzo 2023].

YANCHA MORALES, G. V. Evaluación de los servicios ambientales de las parroquias rurales: Calpi, Cubijies, Punin y Quimiag del Cantón Riobamba. [En línea], Ecuador 2021. [Consulta: 1 Marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14784/1/236T0545.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: NÁLISIS DE AGUA PUNTO 1

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|--------------------|--|------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100 mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN-E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 49 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,27 | 1,5 | - |

| | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--------|------|-----------|
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | 0,36 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 7,14 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |

| | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|--------|-------|---|
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 6,3 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540D | mg/L | 23 | - | Max incremento de 10% de la condición natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 87,77 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 30,2 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO B: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 2

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|--------------------|---|---------------|------------------|--|--|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221 C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 122 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,28 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |

| | | | | | |
|-------------------------------|--|--------|--------|------|-----------|
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | 0,59 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 7,07 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|---|
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 6,6 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 33 | - | Max incremento de 10% de la condición natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 225,1 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 48,2 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO C: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 3

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100m L | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 128 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,23 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,06 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 7,14 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------|--------|-------|---|
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 6,6 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 33 | - | Max increme nto de 10% de la condició n natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 224,9 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 41,4 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO D: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 4

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 39 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,17 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,06 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------|--------|-------|---|
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 7,34 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 6,4 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 30 | - | Max increme nto de 10% de la condició n natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 79,96 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 35,8 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO E: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 5

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 303 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,29 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | 1,97 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------|--------|-------|---|
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 7,30 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 6,1 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 166 | - | Max incremento de 10% de la condición natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 69,56 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 200,6 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO F: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 6

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 1 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,08 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,06 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------|--------|-------|---|
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 6,74 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 6,9 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 1 | - | Max increme nto de 10% de la condició n natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 150,4 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 1,31 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO G: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 7

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 1 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,11 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,06 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|--------|--------|-------|--|
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 6,8 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniac | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 7,1 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 1 | - | Max increment o de 10% de la condición natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 151,7 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 1,29 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO H: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 8

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 1 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,13 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | 0,07 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|--------|--------|-------|---|
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 6,94 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 7,1 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 1 | - | Max incremento de 10% de la condición natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 148,7 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 1,3 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO I: ANÁLISIS DE AGUA PUNTO 9

| PARÁMETRO | MÉTODO DE ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1 | VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2 |
|-------------------------------|---|---------------|------------------|--|--|
| Aceites y grasas | Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B | mg/L | <0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Coliformes fecales | Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C | NMP/100mL | <1 | 1000 | - |
| Cianuro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,01 |
| Cromo hexavalente | Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B | mg/L | <0,02 | 0,05 | - |
| Color real | Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C | Uni Pt-Co | 1 | 75 | - |
| Fluoruro | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD | mg/L | 0,04 | 1,5 | - |
| Arsénico | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,01 | 0,1 | 0,05 |
| Demanda química de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D | mg/L | <2 | <4 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B | mg/L | <2 | <2 | 20 |
| Hierro total | EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994 | mg/L | <0,06 | 1,0 | - |
| Nitratos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A | mg/L | <2,5 | 50,0 | 13 |
| Nitritos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B | mg/L | <0,012 | 0,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------|--------|-------|---|
| Potencial Hidrógeno | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B | uni pH | 6,98 | 6-9 | 6,5 – 9,0 |
| Sulfatos | Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4 | mg/L | <5 | 500 | - |
| Cloro residual | Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G | mg/L | <0,01 | - | 0,01 |
| fenoles | Standard Methods Ed. 23.2017 5530C | mg/L | <0,001 | - | 0,001 |
| Tensoactivos | Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C | mg/L | <0,05 | - | 0,5 |
| Amoniaco | EPA Water waste N° 350. 2,1974 | mg/L | <0,11 | - | 0,4 |
| Oxígeno disuelto | Espectrofotometría | mg/L | 7,2 | - | >6 |
| Sólidos suspendidos totales | Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D | mg/L | 1 | - | Max incremento de 10% de la condición natural |
| Conductividad eléctrica | Standard Methods Ed. 23.2017 2510B | us/cm | 149,8 | - | - |
| Turbiedad | EPA 180.1.2003 | UNT | 1,30 | 100,0 | - |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

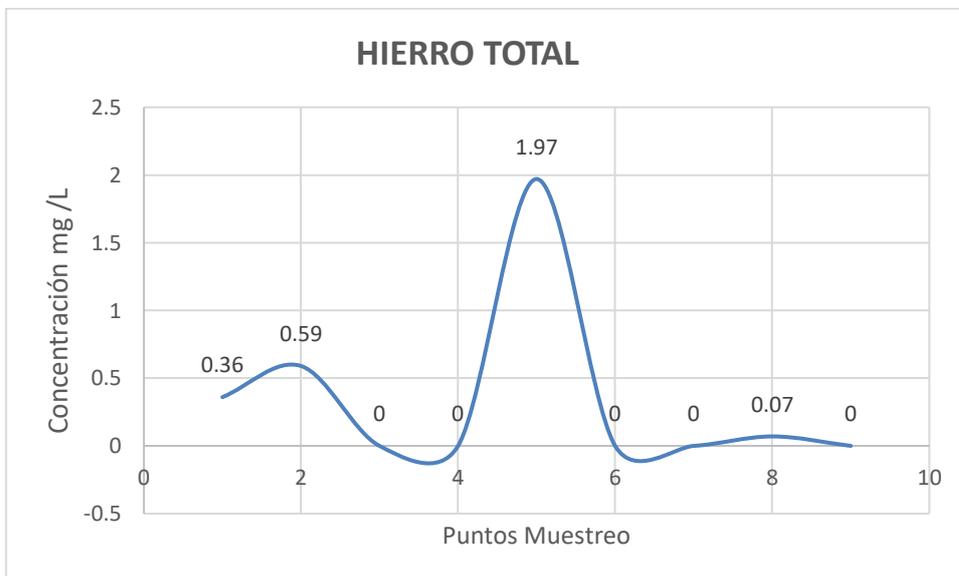
| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|---|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Potencial Hidrógeno | 6.0 -9.0 | 6.5 - 9.0 | uni pH | 7,1 4 | 7,0 7 | 7,1 4 | 7,3 4 | 7,3 | 6,7 4 | 6,8 | 6,9 4 | 6,9 8 |
| Sulfatos | 500 | - | mg/L | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Cloro residual | - | 0,01 | mg/L | <0. 01 |
| fenoles | - | 0,001 | mg/L | <0. 001 |
| Tensoactivos | - | 0,5 | mg/L | <0. 05 |
| Amoniaco | - | 0,4 | mg/L | <0. 11 |
| Oxígeno disuelto | - | >6 | mg/L | 6,3 | 6,6 | 6,6 | 6,4 | 6,1 | 6,9 | 7,1 | 7,1 | 7,2 |
| Sólidos suspendidos totales | - | Max incremento de 10% de la condición natural | mg/L | 23 | 33 | 33 | 30 | 166 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Conductividad eléctrica | - | - | us/cm | 87, 77 | 225 ,1 | 224 ,9 | 79, 96 | 69, 56 | 150 ,4 | 151 ,7 | 148 ,7 | 149 ,8 |
| Turbiedad | 100 | - | UNT | 30, 2 | 48, 2 | 41, 4 | 35, 8 | 200 ,6 | 1,3 1 | 1,2 9 | 1,3 | 1,3 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO K: PUNTOS

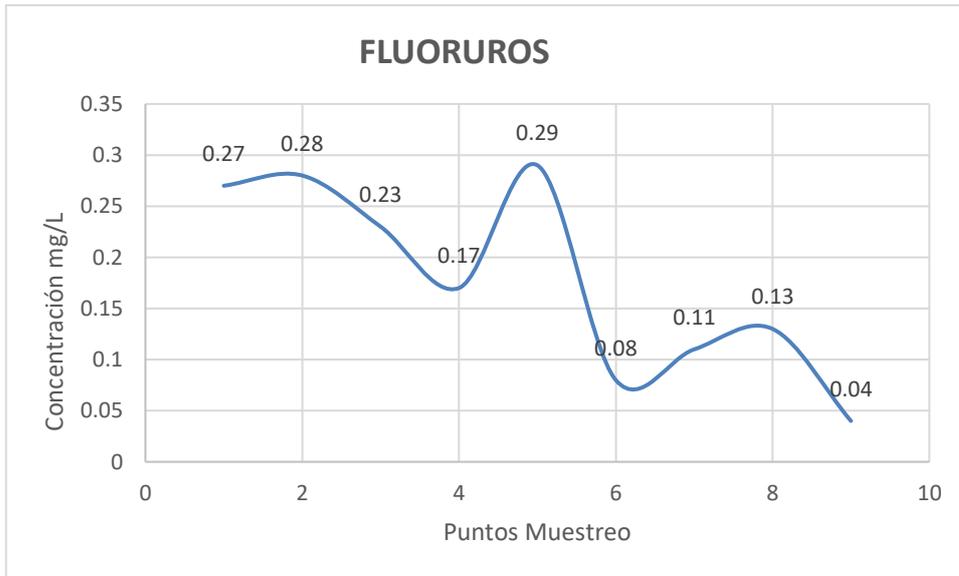
| PUNTOS | X | Y |
|--------|--------|---------|
| 1 | 778475 | 9815791 |
| 2 | 778504 | 9815048 |
| 3 | 778662 | 9814275 |
| 4 | 772849 | 9812945 |
| 5 | 771468 | 9811526 |
| 6 | 772886 | 9811690 |
| 7 | 771529 | 9810922 |
| 8 | 772842 | 9811303 |
| 9 | 773087 | 9811231 |

ANEXO L: HIERRO TOTAL



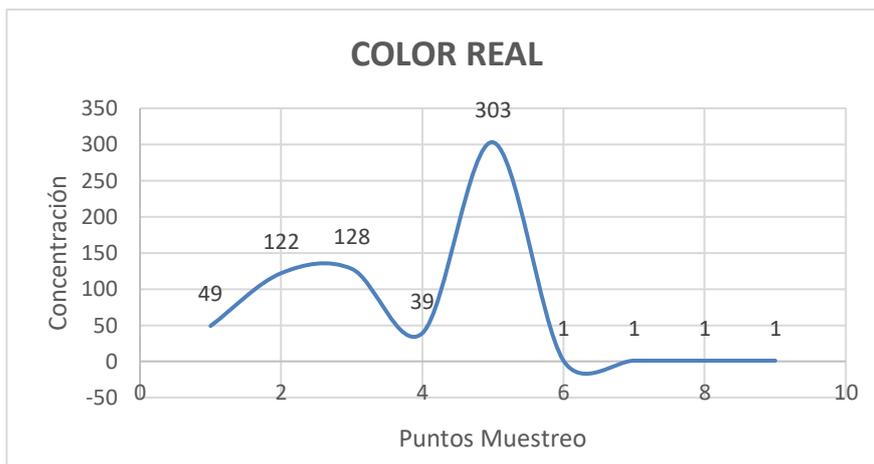
Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO M: FLUORUROS



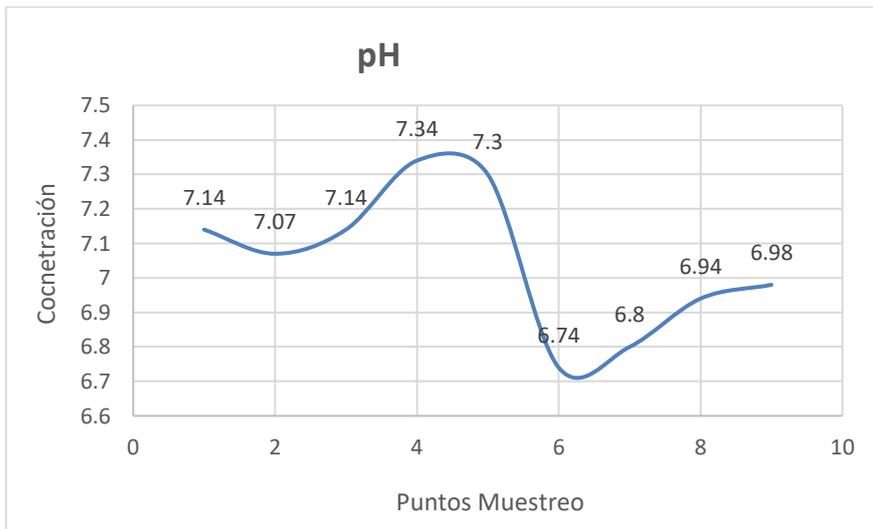
Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO N: COLOR REAL



Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO O: P



Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO P: OXÍGENO DISUELTO



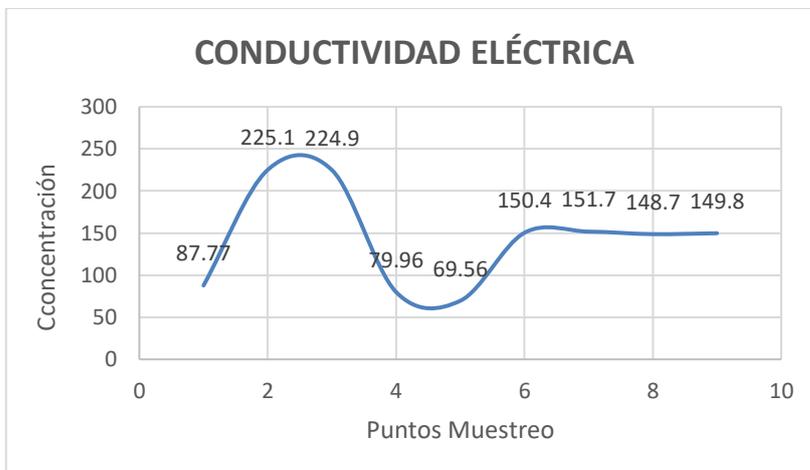
Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO Q: SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO R: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO S: TURBIEDAD



Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO T: TABLA DE PARAMATROS

| PARÁMETRO | MEDIA | MEDIA NA | MODA | DESVIACION ESTANDAR | RANGO | Q1 | Q2 | Q3 |
|-----------------------------|-------------|----------|-------------|---------------------|--------|--------|-------|-------|
| Color real | 71,666667 | 39 | 1 | 100,4850735 | 302 | 1 | 39 | 122 |
| Fluoruro | 0,17777778 | 0,17 | NO DEFINIDA | 0,093377966 | 0,25 | 0,11 | 0,17 | 0,27 |
| Hierro total | 0,7475 | 0,475 | NO DEFINIDA | 0,842313283 | 1,9 | 0,2875 | 0,475 | 0,935 |
| pH | 7,05 | 7,07 | 7,14 | 0,205791156 | 0,6 | 6,94 | 7,07 | 7,14 |
| Oxígeno disuelto | 6,7 | 6,6 | 6,6 | 0,393700394 | 1,1 | 6,4 | 6,6 | 7,1 |
| Sólidos suspendidos totales | 32,11111111 | 23 | 1 | 52,30545967 | 165 | 1 | 23 | 33 |
| Conductividad eléctrica | 143,098889 | 149,8 | NO DEFINIDA | 57,09087065 | 155,54 | 87,77 | 149,8 | 151,7 |
| Turbiedad | 40,15555556 | 30,2 | 1,3 | 63,21172995 | 199,31 | 1,3 | 30,2 | 41,4 |

Realizado por: Llumiguano L., 2023

ANEXO U: FORMATO DE ENCUESTA

1. ¿Cuál es su edad?
 - a) Menos de 18 años
 - b) Entre 18 y 30 años
 - c) Entre 31 y 50 años
 - d) Más de 50 años

2. ¿Cuál es su género?
 - a) Femenino
 - b) Masculino
 - c) Otro

3. ¿Qué tipo de agua utiliza?
 - a) Agua de vertiente
 - b) Agua entubada
 - c) Agua potable
 - d) Agua de pozo
 - e) Agua de lluvia
 - f) Agua de acequia

4. ¿Dispone de acceso al agua para fines de riego, agricultura, ganadería o recreación?
 - a) Sí
 - b) No

5. ¿Ha experimentado algún problema de salud relacionado con la falta de agua?
 - a) Sí
 - b) No

6. ¿Existe o ha existido algún cambio en la calidad del agua de su zona en los últimos 5 años?
 - a) Sí, ha mejorado
 - b) Sí, ha empeorado
 - c) No he notado ningún cambio
 - d) No sé / No estoy seguro

7. ¿Qué servicios de regulación relacionados con el agua y el suelo conoce y cuáles considera más importantes para su bienestar y el de su comunidad? (Selecciona una opción)
 - a) Regulación del clima
 - b) Regulación del ciclo hidrológico
 - c) Regulación de la erosión
 - d) Regulación de las plagas
 - e) Otro (especifica)

-

8. ¿Qué servicios ecosistémicos relacionados con el agua y el suelo conoce y cuáles considera más importantes para su bienestar y el de su comunidad? (Selecciona una opción)
 - a) Abastecimiento de agua potable
 - b) Riego agrícola
 - c) Prevención de inundaciones
 - d) Fertilidad del suelo
 - e) Otro (especifica)

9. ¿Qué beneficios económicos, sociales o culturales obtiene del agua y del suelo en el ecosistema? (Selecciona una o más opciones)
 - a) Ingresos monetarios

- b) Seguridad alimentaria
- c) Salud y bienestar
- d) Identidad cultural
- e) Otro (especifica)

10. ¿Qué actividades realiza en el ecosistema bosque siempre verde montano alto que requieren o afectan al agua y al suelo? (Selecciona una o más opciones)

- a) Agricultura
- b) Ganadería
- c) Turismo
- d) Recreación
- e) Otro (especifica)

11. ¿Qué tipo de impactos generan las actividades agrícolas y ganaderas que realiza? (Selecciona una opción para cada actividad)

- a) Positivo (seguridad alimentaria, fertilizantes naturales, conservación de agua y suelo, buena salud)
- b) Negativo (deforestación, gases de efecto invernadero, degradación del suelo)
- c) Neutro

12. ¿Cuenta usted con aire acondicionado o calefacción?

- a) Sí
- b) No

13. ¿Con qué frecuencia experimenta calor extremo?

- a) Nunca
- b) Ocasionalmente
- c) A menudo
- d) Siempre

14. ¿Con qué frecuencia experimenta frío extremo?

- a) Nunca
- b) Ocasionalmente
- c) A menudo
- d) Siempre

15. ¿Ha experimentado algún problema de salud relacionado con el exceso de frío, calor o humedad?

- a) Resfriado común.
- b) Influenza.
- c) Asma.
- d) Artritis
- e) Ninguna.

16. ¿Ha experimentado algún problema de salud relacionado con la falta de acceso a aire acondicionado o calefacción?

- a) Sí
- b) No
- Cuál

17. ¿Está usted conforme con la temperatura y humedad actualmente presente en esta área de Bosque Siempre Verde Montano alto?

- a) Muy cómodo
- b) Cómodo
- c) Neutral

- d) Incómodo
 - e) Muy incómodo
18. ¿Cómo describiría la sensación térmica en su zona durante el último mes?
- a) Muy caliente
 - b) Caliente
 - c) Cálido
 - d) Fresco
 - e) Frío
 - f) Muy frío
 - g) No estoy seguro
19. ¿Qué actividades (pagos o trabajos en común) estaría dispuesto a realizar para conservar o mejorar el agua y el suelo en el ecosistema? (Selecciona una opción)
- a) Pagar una cuota mensual o anual
 - b) Participar en actividades de reforestación o restauración
 - c) Reducir o modificar sus actividades actuales
 - d) No estaría dispuesto a realizar ninguna actividad

ANEXO V: MATERIAL FOTOGRÁFICO













epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 09 / 2023

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S) |
| Nombres – Apellidos: Lisbeth Tatiana Llumiguano Miranda |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Ciencias |
| Carrera: Ingeniería Ambiental |
| Título a optar: Ingeniera Ambiental |
| f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo |

1649-DBRA-UPT-2023

