



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL DEL
ECOSISTEMA ARBUSTAL SIEMPRE VERDE MONTANO DEL
NORTE DE LOS ANDES, PARROQUIA SANTIAGO DE QUIMIAG,
CANTON RIOBAMBA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

LISSBETH DANIELA ZAMBRANO ROMO

Riobamba-Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL DEL ECOSISTEMA ARBUSTAL SIEMPRE VERDE MONTANO DEL NORTE DE LOS ANDES, PARROQUIA SANTIAGO DE QUIMIAG, CANTÓN RIOBAMBA.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR(A)/(ES): LISSBETH DANIELA ZAMBRANO ROMO

DIRECTOR(A): ING. EDISON GEOVANNY OROZCO VALENCIA. Mgs.

Riobamba-Ecuador

2023

© 2023, Lissbeth Daniela Zambrano Romo

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, Lissbeth Daniela Zambrano Romo, 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 autor/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, 23 de junio de 2023

A handwritten signature in blue ink, reading "Lissbeth Zambrano". The signature is stylized with a large initial 'L' and a circular flourish around the 'Z'.

Lissbeth Daniela Zambrano Romo
2300030802

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL DEL ECOSISTEMA ARBUSTAL SIEMPREVERDE MONTANO DEL NORTE DE LOS ANDES, PARROQUIA SANTIAGO DE QUIMIAG, CANTÓN RIOBAMBA**, realizado por la señorita: **LISSBETH DANIELA ZAMBRANO ROMO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el tribunal autoriza su presentación..

FIRMA

FECHA

Dr. Luis Elias Guevara Iñiguez, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



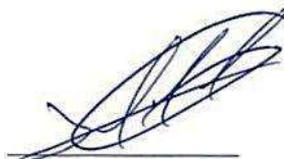
2023-06-23

Ing. Edison Geovanny Orozco Valencia
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-06-23

Ing. María Soledad Núñez Moreno
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-06-23

DEDICATORIA

Quiero dedicar todo el esfuerzo, dedicación, perseverancia y la tenacidad para lograr este objetivo a Dios, por brindarme la oportunidad de superación y contar con todo el apoyo de mi familia y amigos.

A mis padres Leonel y Genith que son mi ejemplo de superación, honestidad, humildad y sacrificio, por sus consejos para ser de mí una mejor persona, enseñándome a valorar todo lo que tengo, y sobre todo por su apoyo incondicional.

A mi querida hermana y mi sobrino por siempre acompañarme y apoyarme en cada circunstancia que se me ha presentado, por ser uno de los grandes motivos para no rendirme.

A toda mi familia y amigos que jamás dejaron de creer en mí.

Lissbeth

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por ser mi guía en este camino de altos y bajos, a mis padres y a mi hermana por brindarme su apoyo, paciencia y comprensión.

A mis amigos que estuvieron conmigo desde el primer día y los que se sumaron en el camino por estar en las buenas y en las malas brindándome su apoyo.

También quiero agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme la puertas y brindarme todos los conocimientos necesarios para el desarrollo de este trabajo investigativo.

A todos los docentes y técnicos quienes formaron parte de forma directa como indirecta para poder cumplir este sueño.

Lissbeth

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY/ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.2.2. <i>Objetivo específico</i>	4
1.3. Justificación	5
1.4. Hipótesis.....	6

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de investigación	7
2.2. Referencias teóricas	8
2.2.1. <i>Evaluación de recursos hídricos</i>	8
2.2.2. <i>Recurso hídrico</i>	10
2.2.3. <i>Clasificación de fuentes hídricas</i>	11
2.2.3.1. <i>Fuentes superficial</i>	11
2.2.3.2. <i>Fuentes subterráneas</i>	11

2.2.4. <i>Cuenca hidrográfica</i>	11
2.2.5. <i>Microcuenca</i>	12
2.2.6. <i>Ecosistema</i>	13
2.2.6.1. <i>Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes</i>	14
2.2.7. <i>Calidad del agua</i>	15
2.2.7.1. <i>Las causas más frecuentes de la contaminación del agua</i>	15
2.2.8. <i>Características que definen la calidad del agua</i>	16
2.2.8.1. <i>Características físicas</i>	16
2.2.8.2. <i>Características químicas</i>	17
2.2.8.3. <i>Características microbiológicas</i>	19
2.2.9. <i>Índice de la calidad del agua (ICA)</i>	19
2.2.9.1. <i>Método de valoración del ICA-NSF</i>	20
2.2.9.2. <i>Clasificación del Índice de Calidad del Agua según los usos del agua</i>	26
2.2.9.3. <i>Parámetros que se consideran en el Índice de la Calidad del Agua (ICA - NSF)</i>	29
2.2.10. <i>Plan de acción</i>	32
2.2.11. <i>Características de la parroquia Santiago de Quimiag</i>	32
2.3. Marco legal	34

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	41
3.1. Enfoque de la investigación	41
3.2. Nivel de investigación	41
3.3. Diseño de investigación	41
3.4. Según las intervenciones en el trabajo de campo	41
3.5. Tipo de estudio	41
3.6. Población y planificación, selección y calculo del tamaño de la muestra	42
3.7. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	42
3.7.1. <i>Inventario de recursos hídrico superficial del ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes</i>	42

3.7.2. Determinación de la calidad del agua	43
3.7.2.1. Preparación del muestreo.....	43
3.7.2.2. Selección de los puntos de muestreo.....	43
3.7.2.3. Toma de muestra	45
3.7.2.4. Métodos utilizados en el análisis de la calidad del agua.....	45
3.7.2.5. Comparación de los valores obtenidos del análisis de laboratorio con la Normativa vigente y el índice de calidad ICA-NSF.....	47
3.7.3. Plan de acción	48

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1. Diagnóstico ambiental	49
4.1.1. Medio físico	49
4.1.1.1. Recurso hídrico	49
4.1.1.2. Clima.....	50
4.1.1.3. Suelo	51
4.1.2. Medio biótico	51
4.1.2.1. Flora.....	51
4.1.2.2. Fauna.....	52
4.1.3. Medio socioeconómico.....	53
4.1.3.1. Población.....	53
4.1.3.2. Educación	54
4.1.3.3. Economía	54
4.2. Inventario del recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes	55
4.3. Análisis de la calidad del agua	56
4.3.1. Puntos de muestreo.....	56
4.3.2. Comparación de los valores obtenidos del análisis de laboratorio con la normativa vigente.....	57

4.3.3.	<i>Análisis de resultados del índice de calidad del agua (ICA-NSF) para los puntos muestreados</i>	60
4.4.	Propuesta del plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.....	63

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Distribución del recurso agua en el planeta.	10
Tabla 2-2: Características del Ecosistema.	14
Tabla 2-3: Características físicas del agua que defienden la calidad del agua.....	16
Tabla 2-4: Características químicas del agua que defienden la calidad del agua.....	17
Tabla 2-5: Características microbiológicas del agua que defienden la calidad del agua.....	19
Tabla 2-6: Pesos relativos para cada parámetro del ICA – NSF.....	21
Tabla 2-7: Rangos de clasificación según el ICA – NSF	21
Tabla 2-8: Escalas de clasificación del ICA en función del uso.	26
Tabla 2-9: Características generales de la parroquia Santiago de Quimiag.....	33
Tabla 3-1: Criterio para la selección del punto de muestreo.....	44
Tabla 3-2: Parámetros de análisis físicos del agua.....	46
Tabla 3-3: Parámetros de análisis químicos del agua.....	46
Tabla 3-4: Parámetros de análisis microbiológicos del agua.	47
Tabla 4-1: Sistemas de agua de la parroquia pertenecientes a cada unidad hidrográfica	49
Tabla 4-2: Flora del Ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes.....	52
Tabla 4-3: Fauna del Ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes	53
Tabla 4-4: Población de la parroquia según las edades.	53
Tabla 4-5: Sectores económicos de Quimiag.	55
Tabla 4-6: Inventario de las fuentes de agua superficiales del ecosistema.....	56
Tabla 4-7: Abreviatura de codificación de las muestras y ubicación de los puntos de	57
Tabla 4-8: Valor promedio de las características físicas, químicas y microbiológicas de cada punto de muestreo del Ecosistema.	58
Tabla 4-9: Valores obtenidos del cálculo ICA-NSF	60
Tabla 4-10: Análisis del índice de calidad según el uso del agua.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	El desafío del manejo de recursos hídricos.....	9
Ilustración 2-2:	Microcuenca del Río Blanco.....	13
Ilustración 2-3:	Función de la calidad NSF, Demanda Bioquímica de Oxígeno	22
Ilustración 2-4:	Función de la calidad NSF, Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto	22
Ilustración 2-5:	Función de la calidad NSF, Coliformes Fecales	23
Ilustración 2-6:	Función de la calidad NSF, Nitratos.....	23
Ilustración 2-7:	Función de la calidad NSF, Potencial de Hidrogeno (pH).....	24
Ilustración 2-8:	Función de la calidad NSF, temperatura °C	24
Ilustración 2-9:	Función de la calidad NSF, Sólidos Disueltos	25
Ilustración 2-10:	Función de la calidad NSF, fosfatos.....	25
Ilustración 2-11:	Función de la calidad NSF, Turbidez.....	26
Ilustración 2-12:	Parroquia Santiago de Quimiag	34
Ilustración 3-1:	Procedimiento antes de la recolección de muestras.....	43
Ilustración 3-2:	Ubicación de los puntos de muestreo dentro del área de estudio.....	44
Ilustración 3-3:	Procedimiento de toma de muestras.....	45
Ilustración 4-1:	Río Blanco perteneciente a las unidades hidrográficas de la parroquia	50
Ilustración 4-2:	Actividades ganaderas.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO.

ANEXO B: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIOS

ANEXO C: SOLICITUD DE INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE LAS FUENTES SUPERFICIALES DEL ECOSISTEMA.

ANEXO D: GEORREFERENCIACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

ANEXO E: TOMA DE MUESTRAS DE LA ZONA SUPERIOR, MEDIA Y BAJA DEL ECOSISTEMA.

ANEXO F: ANÁLISIS DE LABORATORIO.

ANEXO G: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE CADA PUNTO DE MUESTREO DEL ECOSISTEMA CON SUS RESPECTIVAS REPETICIONES.

ANEXO H: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA ICA-NSF PARA LOS PUNTOS MUESTREADOS Y SUS RESPECTIVAS REPETICIONES

RESUMEN

En la parroquia Santiago de Quimiag se evidenció alteraciones de los ecosistemas debido al pastoreo de ganado en el páramo, el aumento de la frontera agropecuaria, deforestación, las plantaciones de pino en el páramo y el uso excesivo de agroquímicos, causando la pérdida de biodiversidad, contaminación del suelo y de las fuentes hídricas, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag perteneciente al cantón Riobamba. La metodología aplicada tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, se utilizó un diseño no experimental porque no se manipuló ningún tipo de variable, para ello se hizo el análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua de la zona superior, media y baja del ecosistema. Se usó el método de valoración del ICA-NSF con la finalidad de conocer el grado de contaminación del agua perteneciente a cada una de las zonas del ecosistema. Como resultados, los parámetros analizados permitieron determinar el ICA el cual demostró que la zona superior y media del ecosistema tuvieron valores que indican una mala calidad y la zona baja tuvo una calidad media, y de acuerdo a la comparación realizada de los resultados de los análisis con las tablas 1 y 2 del Acuerdo Ministerial 097-A mostraron que los tres puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites máximos permisibles. Gracias a la información y datos proporcionados se propuso el plan de acción para preservar el ecosistema. Finalmente, la realización de la evaluación del recurso hídrico superficial del ecosistema proporcionó información valiosa para la gestión y conservación de los recursos naturales, lo que puede ayudar a garantizar el suministro de agua para el consumo humano y el desarrollo sostenible.

Palabras clave: <EVALUACIÓN >, <RECURSO HÍDRICO>, <ECOSISTEMA>, <ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA>, <SOSTENIBILIDAD>.

1414-DBRA-UPT-2023



SUMMARY / ABSTRACT

In the Santiago de Quimiag parish, ecosystem alterations were evidenced due to cattle grazing in the paramo, the increase in the agricultural frontier, deforestation, pine plantations in the paramo and the excessive use of agrochemicals, causing the loss of biodiversity, contamination of soil and water sources. The objective of the present investigation was to evaluate the surface water resource of the Evergreen Montano Shrub Ecosystem of the North of the Andes of the Santiago de Quimiag parish belonging to the Riobamba canton. The applied methodology had a qualitative and quantitative approach; a non-experimental design was used because no variable was manipulated, for which the analysis of the physical, chemical and microbiological parameters of the water samples from the upper, middle zone was made. And the loss of the ecosystem. The ICA-NSF valuation method was used to know the degree of contamination of the water belonging to each ecosystem zone. As a result, the analyzed parameters allowed us to determine the ICA, which showed that the upper and middle zone of the ecosystem had values that indicate poor quality and the lower zone had medium quality according to the comparison made of the analysis results. Tables 1 and 2 of Ministerial Agreement 097-A showed that the three sampling points are within the maximum permissible limits. The action plan to preserve the ecosystem was proposed thanks to the information and data provided. Finally, the evaluation of the surface water resource of the ecosystem provided valuable information for the management and conservation of natural resources, which can help guarantee the water supply for human consumption and sustainable development.

Keywords: EVALUATION >, <WATER RESOURCE, <ECOSYSTEM>, <WATER QUALITY INDEX>, <SUSTAINABILITY>.



Ing. Paul Obregon. Mgs

0601927122

INTRODUCCIÓN

El agua sostiene tanto los ecosistemas terrestres (bosques, pastizales, etc.) como los de agua dulce (ríos, lagos y humedales) proporcionan servicios importantes como producción de alimentos, purificación natural, valores culturales y actividades económicas (Medina 2022, p. 17). Sin embargo, (UNESCO y ONU-Agua 2020, p. 63) mencionan que han aumentado los impactos del cambio climático, no obstante, también se tiene la degradación de los ecosistemas que es generada de forma acelerada debido a los contaminantes de las actividades agrícola, industrial y minera, los desechos urbanos y rurales no tratados, los derrames de petróleo y los vertidos tóxicos, han producido fuertes efectos perjudiciales a la biodiversidad y ecosistemas de agua dulce; de ese modo, amenaza los servicios esenciales de los ecosistemas. En consecuencia, se tiene una cifra de alrededor de un millón de especies animales y vegetales están en peligro de extinción, las especies de agua dulce son las que han sufrido la mayor pérdida con un 84% desde 1970 y más del 85% de los humedales a nivel global existentes en 1700, desaparecieron para el año 2000 y siguen desapareciendo de una forma descontrolada más que la pérdida de bosques. Desde los años 70, se ha producido un aumento de especies exóticas invasoras del 70% en humedales, por ejemplo: nutria, Jacinto de agua, carpa asiática, otros. UNESCO, ONU-Agua (2019, p. 124) establece que la suma de todos los factores anteriormente mencionados ha causado el agotamiento del agua y la contaminación y por lo tanto generando la pérdida de biodiversidad y degradación de los ecosistemas, en fin, minimizan la resiliencia de los ecosistemas, haciendo que las sociedades sean más sensibles a los riesgos climáticos y no climáticos.

El recurso hídrico es necesario para que se desarrolle la vida, el correcto funcionamiento de los ecosistemas (Freire et al. 2020, p. 55) y el crecimiento económico de la sociedad ya que proporciona servicios, tales como: abastecimiento de agua potable y de riego, regulación del clima y de los regímenes de lluvia, mantenimiento de la productividad, entre otros (Gil et al, 2018). Sánchez (2018, p. 17) atribuye que pese a que el agua brinda diferentes beneficios, su conservación y gestión son restringidas a nivel mundial; a causa de ello, este recurso es afectado por el consumo excesivo, el cambio de la cobertura vegetal y el acelerado crecimiento urbano, y sobre todo por la contaminación.

Es importante conocer y conservar la calidad del recurso hídrico, debido a que hoy en día se ha presentado un aumento en el deterioro de las fuentes de abastecimiento de agua (Samaniego, 2019, p. 19); por esa razón es importante realizar la evaluación de la calidad del agua porque gracias a ello se logra tomar acciones de control y mitigación del mismo, de tal manera que se garantice el suministro de agua en los poblados (Hurtado & Silva, 2022, p. 19). De hecho, la herramienta que

comúnmente se utiliza son los índices de calidad de agua con sus siglas ICA, estos consideran las variaciones en el tiempo y en el espacio (Hoyos et al, 2018); al mismo tiempo permiten una comparación con la normativa vigente (Acuerdo Ministerial 097-A) en el lugar de estudio.

Por lo anteriormente expuesto en el presente trabajo se realizó una evaluación del recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba, mediante la recopilación de información bibliográfica, visitas In situ, observaciones y toma de imágenes fotográficas de las fuentes de agua de la parroquia; acciones que permitieron establecer un inventario del recurso hídrico superficial del Ecosistema. Luego se realizó el análisis de la calidad del agua de las muestras de la parte superior, media y baja del ecosistema, se compararon con los Valores límites permisibles del Acuerdo ministerial 097-A, donde la Tabla 1 indica los valores desde el punto de vista de Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico y la Tabla 2 indica los valores desde el punto de vista de Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, posteriormente con los valores calculados del índice de calidad ICA-NSF, el análisis de los resultados de este estudio permitió proponer un plan de acción para preservar el ecosistema, debido a que es de suma importancia el cuidado del agua, suelo, flora y fauna que forman parte de las características esenciales del ecosistema.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

UNESCO y ONU-Agua (2020) mencionan que el recurso de agua dulce en todo el planeta a lo largo del tiempo se ha evidenciado que se encuentran más contaminados, principalmente por: residuos orgánicos, patógenos, metales pesados y contaminantes emergentes, fertilizantes y pesticidas. Por un lado, se tiene la contaminación del agua por materia orgánica está ascendiendo debido al incremento de la descarga de aguas residuales municipales e industriales, el desarrollo de los cultivos y la ganadería, la disminución de la capacidad de disgregación de los ríos debido a la disminución del escurrimiento y extracciones del agua. Por otro lado, se tiene un fenómeno que habitualmente se lo conoce como eutrofización ya que consiste en el aumento excesivo de nutrientes en las fuentes superficiales, esto se da por las malas prácticas agropecuarias y la gestión inadecuada de las aguas residuales. Así pues, la contaminación patógena es el problema más grande de la calidad del agua en los países en vías de desarrollo, debido al desconocimiento de la calidad del agua y su respectivo saneamiento. Por lo tanto, los contaminantes emergentes muestran un nuevo reto de la calidad del agua a nivel global, con amenazas que son muy graves para la salud de las personas y los ecosistemas.

Como lo mencionan Pochat, Donoso y Saldarriaga (2018) en el período de 1961-2014, la superficie agrícola en América del Sur pasó de 4 a 6 millones de km². Esta expansión se presenta acompañada de degradación de suelos y aguas, reducción de la biodiversidad, deforestación y uso descontrolado de insumos.

Es importante considerar los aportes de Zurita et al., (2019) y (Chávez, 2016; citado en Samaniego, 2019, p. 18), debido a que hasta el 2019 en Ecuador se presentó un aumento del 30% de la población sin fuentes de agua segura y confiables para consumo humano, y solo los sectores urbanos son los que cuentan con acceso al agua potable. Asimismo, Japa (2021, p. 20) establece que las actividades humanas que se llevan a cabo en la parte superficial de la corteza terrestre generan contaminantes, de los cuales el 90% son arrastrados por los ríos hacia el mar generando un impacto negativo en el ecosistema acuático.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag (2019, p.34), establece que los ecosistemas presentes en la parroquia Santiago de Quimiag se encuentran

alterados tanto de manera temporal como permanente, los tipos de amenazas que se presentan son deslizamientos causados por el riego por gravedad, los incendios, el pastoreo de ganado en el páramo, el aumento de la frontera agropecuaria, deforestación, las plantaciones de pino en el páramo, el uso excesivo de agroquímicos y lavado de bombas en los ríos, deslizamientos y uso de maquinaria agrícola; cada uno de estos problemas causan la pérdida de biodiversidad, contaminación del suelo y de las fuentes hídricas.

Además, como se menciona en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag (2019) en los últimos años se ha evidenciado reducción de caudales de agua, es más, ha generado que se reduzca horarios en los sistemas de riego hacia las comunidades que se encuentran en las partes bajas de la parroquia. Además, la parroquia cuenta con sistemas hídricos que se están influenciados por las aguas de la Microcuenca del Río Blanco y las aguas del Río Chambo considerados como los principales cuerpos de agua que tiene la zona. Cabe mencionar que el servicio de agua potable no logra abastecer, por este motivo, la cabecera y las comunidades solo tienen agua entubada o el agua de vertientes, pero sin tratamiento que no garantiza la calidad para el consumo humano. Otro punto para considerar es la falta de información ya que no se conoce si el agua es apta para consumo o no.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes, parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba.

1.2.2 Objetivo específico

- Establecer un inventario del recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.
- Determinar la calidad del agua proveniente de la zona superior, media y baja del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes en base a los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos.
- Proponer un plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.

1.3 Justificación

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura señala que los recursos hídricos representan uno de los elementos básicos para el desarrollo de la vida. Así mismo, las aguas subterráneas y superficiales son recursos naturales aprovechables para el progreso de la humanidad y el crecimiento de la vegetación y de los animales en los ecosistemas, sin embargo, la distribución inadecuada del recurso hídrico genera una alta demanda a nivel global que tiene como finalidad satisfacer las necesidades económicas, sociales, culturales e industriales de la población, aumentan el problema de gestión y calidad (UNESCO y ONU-Agua 2020).

Los Andes tropicales pertenecientes al Ecuador cuentan con grandes áreas que tienen la mayor biodiversidad del mundo (Ministerio del Ambiente, 2013, p.77). Los ecosistemas neotropicales de alta montaña también se los conoce como páramos andinos son esenciales para la gestión de los recursos hídricos de los países latinoamericanos, ya que estos cumplen la función de recolección, regulación, mantención y suministro de agua (Osorio, 2018, pp.25-26). Por consiguiente, Medina (2022, pp.16-17) menciona que los páramos cuentan con praderas húmedas entremezcladas con matorrales y parches de bosque de baja estatura, espacio de producción e inclusive un estado del clima, ubicados entre 3000 a 3500 m.s.n.m. considerado como subpáramo y por otro lado tenemos sobre el nivel del mar y debajo de los glaciares a 4500 – 5000 m.s.n.m. al superpáramo o también conocido como subnival.

Núñez y Calderón (2021, p.299) indican que de las zonas altas de páramo nace la microcuenca del “Río Blanco” de la parroquia Quimiag perteneciente al cantón Penipe, Provincia de Chimborazo. En la zona de estudio se realizó una caracterización la cual determinó que hay diferentes tipos de zonas climáticas, esto se debe a la influencia de los vientos producidos en la Amazonía y al resultado que produce el gradiente altitudinal, además, la temperatura se encuentra entre los 7 a 13.5 °C, la humedad relativa se encuentra dentro del rango de 65 – 100%. Y el clima que predomina es frío de alta montaña. Cabe mencionar que los páramos se consideran importantes sumideros de carbono, porque pueden llegar a almacenar seis veces más carbono que los bosques tropicales. Las características anteriormente mencionadas se deben a la baja evapotranspiración, humedad alta, la morfología de ciertas plantas de páramo y acumulación de materia orgánica.

Por lo tanto, los ecosistemas son importantes ya que juegan un rol importante en el ciclo del agua porque son los encargados de suministrar agua a los valles interandinos y por lo tanto las poblaciones cercanas se abastecen de este recurso (Chuncho y Chuncho, 2019, p.73). La importancia de las microcuencas se debe a que las comunidades y ciudades pueden dotarse de agua para el

consumo en sus hogares y para la generación de energía eléctrica (Medina, 2022, p.52). Por otro lado, Ramírez et al., (2018, p.1245), señala que en caso de que se pierda el bosque protector perteneciente a las microcuencas se procederán a ejecutar una serie de alteraciones, dentro de las cuales tenemos la compactación y el deterioro acelerado de suelos, la disminución de la calidad de agua, la pérdida de hábitat y de biodiversidad.

Este trabajo de investigación tiene como finalidad realizar la evaluación del recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba para poder conocer las condiciones en las que se encuentra el agua. En primer lugar, se desarrollará un inventario de las fuentes superficiales que son parte del ecosistema, tales como: ríos, riachuelos o vertientes y canales; además, se realizará el análisis de la calidad del agua aplicando la técnica de recolección de datos considerando un total de 9 muestras simples debido a que este tipo de muestras es adecuada para caracterizar la calidad del agua de ríos, riachuelos o vertientes, y para tener representatividad se tomaron de la parte superior, media y baja del ecosistema, como se menciona en la metodología propuesta por el proyecto de “Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag” que está realizando el Grupo de Investigación de Ambiente y Desarrollo GIAD-ESPOCH. Los resultados de la calidad de las fuentes superficiales es importante impartir a las comunidades, las cuales son los administradores del recurso, por ser usuarios, distribuidores y conservadores de la misma, además, gracias a esta información se puede tomar decisiones relevantes sobre los aspectos de este recurso, debido a la creciente complejidad ante la demanda del agua que existe en su calidad y cantidad, desarrollando acciones de gestión ambiental en el manejo de las cuencas encontradas en la superficie y subsuperficie.

1.4 Hipótesis

El recurso hídrico es indispensable para la vida y es importante para que se dé un correcto funcionamiento de los ecosistemas y el crecimiento económico de la sociedad, por lo tanto, la contaminación que se ha producido a lo largo del tiempo genera aspectos negativos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Las fuentes de agua forman parte de los elementos esenciales para el desarrollo de la social y económico del planeta, siendo una parte de los ecosistemas dinámicos y complejos del equilibrio ambiental (Benítez, 2018, p.16). En Ecuador el agua es reconocido por la constitución como un “patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (Artículo 12) (Asamblea Constituyente, 2008, p.13; citado en Pucuna, 2020, p.16).

En el país los recursos hídricos forman parte de un punto importante como es la demanda del agua la cual tiene como finalidad satisfacer las diferentes necesidades de los seres vivos y de aquella heterogénea distribución del agua tanto en el espacio como en el tiempo (Bucheret al., 1997; citado en Japa, 2021, p.22). Actualmente se las relacionan más a las instituciones públicas y privadas que pertenecen al país debido a que se encuentran involucradas con el aumento de la disminución de este recurso (Verdesoto et al., 2018).

En base a lo anteriormente mencionado es importante considerar los aportes de (FAO, 2015; Benítez, 2018 y Cevallos, 2019), los sistemas hidrográficos del Ecuador tienen una cantidad de agua disponible de aproximadamente 432 km³ por año y para el año 2015 se evidenció que en el país existían 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del pacífico, con una superficie total de 124644 km² que representa el 49% y 7 a la vertiente del Amazonas con una superficie de 131726 km² con un 51%. Estos sistemas a su vez se encuentran subdivididos en 79 cuencas hidrográficas de las cuales 72 de ellas forman parte de la vertiente del Océano Pacífico, además, una parte de estas cuencas pertenece a áreas costeras con 123216 km² que representa el 48% y otra parte pertenece a los territorios insulares aledaños cubriendo 1428 km² que es igual al 1%, cabe mencionar que estas cuencas contienen el 88% de la población mientras que 7 cuencas pertenecen a la vertiente del Amazonas con 131726 km² igual al 51% y abarcan el 12% de la población.

Según UNESCO y ONU-Agua (2019, p.139) En la década de los años 90 hasta el 2010 aproximadamente 2300 millones de personas tuvieron la posibilidad de acceder a mejores fuentes de agua potable, sin embargo, este dato no es suficiente comparado con los 700 millones de personas que no tienen acceso a agua limpia y potable, disminuyendo la posibilidad de tener una

vida saludable. En el año del 2016 el Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo estima que alrededor de 2000 millones de personas requieren de adecuados servicios de saneamiento. Por lo que IDEAM (2019, p.222) menciona que a lo largo del tiempo se evidencia una gran disminución en cuanto a la calidad del agua, presentándose de este modo como uno de los mayores problemas a nivel global porque afecta a la salud de los seres vivos y los ecosistemas, esto se debe a que no permite el uso y aprovechamiento de sus propiedades, y esto no es posible por la presencia de xenobióticos en los cuerpos de agua superficial y en algunos casos a nivel subterráneo.

Además, Chagñay y Ricaurte (2018, pp.91-92) atribuyen que debido la contaminación y la tala incontrolable de los árboles se ha provocado un desequilibrio, en otras palabras, estas acciones han generado un desorden en los períodos estacionales debido a que han provocado fuertes inundaciones y por otro lado el aumento en las sequías. Por lo tanto, se tienen períodos con mayor escasez que perjudican tanto a los seres vivos y los ecosistemas.

Por lo que es de suma importancia conocer la calidad del agua que se consume actualmente en la parroquia de Quimiag, un dato a considerar es el agua que se utiliza en la elaboración artesanal de quesos ya que es una de las actividades del sector secundario de mayores ingresos para la parroquia (Carrillo 2018, p.91), por estos motivos es importante realizar un análisis físicos, químicos y microbiológico del agua del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba provincia de Chimborazo, debido a que no existe un contexto detallado sobre la calidad de agua para el consumo humano en la parroquia, esta investigación pretende proporcionar una herramienta informativa a la comunidad sobre la calidad del agua.

2.2 Referencias teóricas

2.2.1 Evaluación de recursos hídricos

La evaluación de los recursos hídricos consiste en realizar una determinación de la cantidad y calidad del agua que se encuentra disponible en la zona de estudio (Gonzales & Llanos, 2015; citado en Medina, 2022, p.51). Además, es un requisito para la administración y desarrollo del recurso hídrico, después de lo mencionado se podrá suministrar agua a las comunidades, parroquias y ciudades, la agricultura, la industria o la producción de energía (Hoyos et al., 2018).

Cabe recordar que el agua es importante para todas las formas de vida de los ecosistemas, porque es la característica completaría en los seres vivos debido a que sin agua podrían dejar de existir. Asimismo, se la utiliza para actividades agrícolas, higiene, industria, ambientes acuáticos, recreación, transporte, entre otras. En todos los ecosistemas, el agua se relaciona con el suelo, la atmósfera y los seres vivientes. Por lo que es importante resaltar que la administración sustentable de nuestros recursos hídricos está por lo tanto relacionada con nuestra habilidad de evaluar apropiadamente estos recursos (Valencia et al., 2014).

En un estudio realizado por (Hoyos et al., 2018) que consiste en la evaluación del recurso hídrico superficial de la subcuenca hidrográfica del río Frío, en el Departamento de Cundinamarca, esta evaluación la realizaron en cuatro etapas; la primera consistió en definir la oferta hídrica por medio de fuentes bibliográficas obteniendo la metodología de caudal puntual propuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); la segunda etapa se basó en la determinación de la demanda superficial según la metodología del IDEAM; la tercera etapa fue donde se hizo una relación entre la oferta y la demanda; por ultimo tenemos la cuarta etapa que se centró en estimar la calidad del agua mediante la evaluación de los parámetros físicos – químicos y el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA).

Para Azevedo et al. (2019, p.188) el manejo del recurso hídrico es un proceso que desarrollan los países en sus esfuerzos por tratar los problemas con relación al recurso agua de una forma sustentable y con efectividad en cuanto a los costos. Es decir que si se lleva a cabo un buen manejo del recurso hídrico se puede lograr un equilibrio entre el uso de este recurso como base para el sustento de la población que va en aumento a nivel global, la protección y la conservación del recurso para mantener sus funciones y características.



Ilustración 2-1: El desafío del manejo de recursos hídricos.
Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.2 Recurso hídrico

Se define como recursos hídricos al conjunto de fuentes de agua que contribuyen al mantenimiento y desarrollo de todas las formas de vida (Zurita et al., 2019). Hay dos puntos que se deben considerar al momento de hablar de recurso hídrico, la disponibilidad de agua y su calidad porque son aspectos primordiales para la supervivencia de los seres vivos y para el correcto funcionamiento de los ecosistemas (Azevedo et al., 2019). A pesar de ello, la integridad de los recursos hídricos a nivel mundial se encuentra más amenazados, debido al acrecentamiento de la población humana que trae como consecuencia la expansión de la frontera agrícola y aumento de las actividades industriales (Bucher et al.,1997, p.14). Así pues, se presenta un escenario en el que el cambio climático llegaría a causar grandes cambios en el ciclo hidrológico (Fernandez y Tusó, 2020, p.29).

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag (2019) menciona que Riobamba es el tercer cantón en número de concesiones y caudal autorizado, de los cuales los más relevantes son los sistemas de riego Guarguallá-Licto con un caudal de 1300 L/s y Quimiag que aprovecha el agua del río Blanco o Collanes con un caudal de 1160 L/s. La tabla 2-1 indica los porcentajes de agua que tiene cada fuente.

Tabla 2-1: Distribución del recurso agua en el planeta.

Fuente	Volumen (Km³)	Porcentajes (%)
Océanos	1 320 500 000	97,22
Capas de Hielo	29 000 000	2,13
Agua Subterránea	8 300 000	0,611
Glaciales	210 000	0,015
Lagos de agua dulce	125 000	0,009
Mares intensos	104 000	0,008
Humedad de la tierra	67 000	0,005
Atmósfera	13 000	0,001
Ríos	1 250	0,001
Total	1 358 320 250	100,00

Fuente: Fernandez, 2020, p.29

Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.3 Clasificación de fuentes hídricas

Conocemos que la clasificación general de las fuentes hídricas es superficial y subterráneas. A continuación, se presenta la descripción de estas:

2.2.3.1 Fuentes superficial

Como lo mencionan López et al., (2015, p.34) las fuentes superficiales están conformadas por: ríos, riachuelos, vertientes, lagos y lagunas, consecuentemente se encuentran las personas relacionadas directamente, por ende, se considera necesario efectuar un análisis para determinar la calidad del agua, con el fin de detectar a tiempo los contaminantes que se encuentren presentes porque como se sabe todos los días las fuentes de agua quedan expuestas a mezclarse con metales y microorganismos, entre otros contaminantes que no son beneficiosos para la salud, esto se debe a que las aguas superficiales están sometidas a la contaminación natural, presencia de materia orgánica natural, arrastre de material particulado y disuelto.

2.2.3.2 Fuentes subterráneas

Para Jaramillo y Merchán (2018, p.35) son aquellas que están debajo del nivel freático exactamente antes de la capa impermeable en otras palabras se encuentra en contacto directo con el suelo y el subsuelo. Por eso, las fuentes subterráneas son manantiales, pozos, nacientes y subálveos de los ríos. De hecho, se las considera como una de las principales fuentes de consumo en comunidades rurales, debido a que se pueden captar fácilmente mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje, también la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de filtraciones o manantiales. En realidad, se puede llegar a consumir esta agua debido a que estas fuentes durante su recorrido llegan a chocarse con rocas las cuales ayudan a que se produzca un proceso de filtración de manera natural. A pesar de ello se sugiere realizar una caracterización del agua o realizar un pretratamiento antes del consumo ya que pueden existir agentes externos de contaminación.

2.2.4 Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es unidad hidrológica que ha sido definida y utilizada como una unidad físico-biológica y también, en muchas ocasiones, como una unidad socioeconómica y política para la planificación y ordenación de los recursos naturales (Vásconez et al., 2019, pp.15-17).

Por otra parte Andrade y Talbot (2018, pp. 25-26) atribuye que una cuenca hidrográfica es la designación de un territorio, región o zona, cuya particularidad es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua almacenada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar. También se la considera como un territorio delimitado para el manejo de recursos naturales, principalmente agua, suelo y vegetación (Wajarai, 2020, p.19).

2.2.5 Microcuenca

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015. Artículo 2.2.3.1.1.3., corresponde al área de aguas superficiales, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar; la microcuenca está delimitada por la línea del divorcio de las aguas (Campos, 2018, p.23). Considerando el tamaño se puede decir que la microcuenca es aquella cuenca cuya área de drenaje es menor a 500 Km², definición que se deduce de la definición de Nivel subsiguiente presente en la norma nacional sobre ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Cuadrado et al., 2018, pp.171-172).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag (2019, p.28) la microcuenca del Río Blanco se encuentra localizada en la Cordillera Oriental, región Sierra, en el cantón Riobamba, Parroquia Quimiag y el Cantón Penipe Parroquia La Candelaria pertenecientes a la Provincia de Chimborazo, limita al Norte con el Cantón Penipe, al Sur con el Cantón Chambo, al Este con el Parque Nacional Sangay, al Oeste con la Asociación Chiniloma. Así, el 68% de la superficie de la microcuenca está cubierta por páramos y bosques los cuales se constituyen en dos ecosistemas básicos para la regulación de agua como también para el mantenimiento de biodiversidad, constituyéndose en una verdadera fábrica de agua por la capacidad de este ecosistema en almacenar este recurso Ecosistema.



Ilustración 2-2: Microcuenca del Río Blanco.
Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.6 Ecosistema

Los ecosistemas son grandes áreas que albergan la mayor diversidad de especies de flora y fauna que hallamos a nivel mundial (Uribe, 2015, p.60). Un dato interesante que menciona (Ministerio del Ambiente, 2013; citado en Curipoma et al., 2021, p.58) es que los biólogos han descubierto hasta el momento casi aproximadamente dos millones de especies en distintos ecosistemas los cuales son: como las selvas húmedas, los bosques nubosos o los arrecifes de coral, y otros con una menor cantidad de especies, como los pastizales o los ecosistemas de las dunas costeras. De hecho, en todo el planeta se puede encontrar a los ecosistemas, desde las zonas más frías como son las montañas y en los polos, hasta los húmedos trópicos. También los hay en los lagos, ríos y lagunas y en las cuencas oceánicas; es más, pueden llegar a cubrir aproximadamente el 75% de la superficie del planeta, tanto en las zonas de aguas poco profundas como lo son los arrecifes de coral o en zonas profundas, como en el caso de los arrecifes de aguas frías.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag (2019, p.31) señala que gracias a las condiciones geográficas que tiene la parroquia de Santiago de Quimiag presenta varios pisos altitudinales los cuales favorecen que existan ecosistemas como: herbazales, arbustales, bosques de páramo, nieves y ríos, por lo tanto, son considerados potenciales para servicios ambientales establecidos en la regulación del equilibrio de la naturaleza tanto del agua como el clima.

2.2.6.1 Ecosistema “Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes”

Según Ministerio del Ambiente (2013, p.78) este ecosistema es considerado como discontinuo porque habitualmente se encuentra ubicado en quebradas y áreas de difícil acceso con pendientes de hasta 60°. Se encuentra en las vertientes internas y laderas occidentales montañosas húmedas de la cordillera de los Andes. Se caracteriza porque la mayoría de su estar vegetación ha sido sustituida, el caso más frecuente son los bosques montanos ya que estos han sido reemplazados por cultivos entre los cuales quedan solo restos que están conformados por una vegetación arbustiva alta que parece una cortina de aproximadamente 5 m y sotobosque arbustivo hasta 2 m, compuesta de un grupo característico de especies andinas, entre ellas algunas espinosas. La composición florística se asemeja con los arbustales montanos de la cordillera oriental y los de la cordillera occidental de los Andes; no obstante, se debe estudiar con más para una adecuada clasificación de este ecosistema. A continuación, se indican las especies diagnósticas: *Arcytophyllum nitidum*, *Barnadesia arborea*, *Bocconia integrifolia*, *Berberis grandiflora*, *B. hallii*, *Cavendishia bracteata*, *Cestrum tomentosum*, *Coriaria ruscifolia*, *Duranta triacantha*, *Escallonia micrantha*, *Gaultheria alnifolia*, *Mimosa quitensis*, *Solanum crinitipes*, *S. nigrescens*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. obtusifolia*, *Oreopanax andreanus*, *O. ecuadorensis*, *Symplocos carmencitae*, *S. quitensis*, *Vallea stipularis*.

Tabla 2-2: Características del Ecosistema.

Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	
Código	AsMn01
Clasificación	Formación vegetal / Ecosistema
Valencia et al. 1999	Matorral húmedo montano, sector norte y centro de los valles interandinos, subregión norte y centro
Factores diagnósticos	
Fisonomía	arbustiva y herbácea
Bioclima	pluviestacional, Ombrotipo (Io): húmedo
Biogeografía	Región: Andes Provincia: Andes del Norte
Fenología	siempreverde
Piso bioclimático	Montano (2000-3100 msnm), Termotipos (It): mesotropical
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Cordillera, Valle Glaciar, Mesorelieve: Relieve Montañoso, Terrazas, Llanura subglaciar
Inundabilidad	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2013, p.78

Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.7 Calidad del agua

El agua es considerada como el principal solvente a nivel mundial, otro punto importante a considerar es que es de vital importancia para el ser humano, debido a que ayuda a eliminar sustancias que resultan de procesos bioquímicos generados en el organismo, también es el responsable de llevar sustancias nocivas produciendo perjuicios en la salud (Sierra, 2021, p.32).

Para la determinación de la calidad del agua se establecen características físicas, químicas y microbiológicas que se detallan a continuación:

2.2.7.1 Las causas más frecuentes de la contaminación del agua

Como se mencionan en el capítulo 5 denominado contaminación de agua potable y enfermedades: causas, consecuencias y soluciones, donde se detallan las causas más frecuentes de la contaminación del agua (Ramírez et al., 2018, p.41): en primer lugar, está el ser humano, ya que son los causantes de vertidos de desechos industriales porque no se les da el tratamiento adecuado antes de ser enviados a las redes de alcantarillado y ríos. También se presenta el aumento de las temperaturas, causando alteraciones en el agua debido a que reduce el oxígeno que existe en su composición; o bien, que se genere la aparición de sedimentos y acumulación de bacterias en el suelo, debido a causa de la deforestación, con todo, originaría una contaminación en las aguas. Adicionalmente se tiene el uso de pesticidas en la agricultura que se consideran como uno de los más significativos porque causan una toxicidad muy elevada debido a que se pueden filtrar por el suelo, por ende, llegan hasta las vertientes subterráneas una vez allí llegan a las redes de distribución de las parroquias y ciudades para ser finalmente consumida. Otro factor que origina una contaminación de las aguas es el derrame de petróleo en los océanos, lo cual genera impactos negativos en este ecosistema ya que altera las formas de vida del mismo, por ejemplo: provocando la muerte de peces y otras especies por lo tanto genera alteraciones en la red trófica. Así pues, los principales efectos que genera la contaminación del agua consisten esencialmente en la extinción de los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad. Los tipos de contaminación existentes son diversos, pero entre las más conocidas tenemos el derrame de petróleo, vertido de aguas residuales, plásticos, fertilizantes, fármacos, bacterias, virus entre otras. Además, se considera que las aguas superficiales son las principales contaminadas porque poseen en su composición agua natural procedente de la superficie terrestre, como: ríos, riachuelos, vertientes, embalses, entre otros, cuando ingresan los contaminantes de cualquier tipo estos entran en contacto las sustancias, mezclándose o disolviéndose con ellas, causando lo que se denomina una contaminación del agua de superficie.

2.2.8 Características que definen la calidad del agua

2.2.8.1 Características físicas.

Las características físicas hacen referencia a la incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua. Entre las más importantes se menciona la turbiedad, sólidos, color, olor, sabor, temperatura y pH.

Tabla 2-3: Características físicas del agua que defienden la calidad del agua.

Características físicas	Definición
Color real	El color real o verdadero analizado es producto único de las sustancias disueltas (Martínez & Osorio 2018), el agua destinada para consumo humano no debe tener ningún color visible para ser consumida, debido a que, si se aprecia alguna coloración en el recurso hídrico indica la presencia de materia orgánica, específicamente de ácidos húmicos y fúlvicos relacionados a la humificación del suelo, señalando además la presencia de hierro, metales o impurezas naturales que en elevadas concentraciones pueden causar daños a la salud (OMS 2018), estos materiales se eliminan por estética y por razones de salud con tratamientos de desinfección (APHA 2017; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.35).
Conductividad Eléctrica	“El agua por lo general posee una conductividad eléctrica baja, esta es mayor y proporcional a las cantidades y características de los electrolitos presentes en el agua (iones en disolución)” (Minaya 2017, p.37).
Sólidos Disueltos	Las aguas potables de mejor calidad tienen una conductividad de 50-500 us/cm, pero algunas pueden tener valores de hasta 1.000-1.500 us/cm. Las aguas dulces no tendrán valores de conductancia específicos por encima de los 1.500 mmhos/cm (Fernandez & Tuso, 2020, p.35).
Olor y Sabor	“Es la denominación que reciben todos los sólidos disueltos en un medio acuoso y que sólo pueden quedar retenidos en un proceso de filtración fina a través de una membrana con poros de 2.0 µm” (Minaya 2017, p.37; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.35).
pH	“Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes” (OPS, 2004, p.10; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.35).
Sólidos en Suspensión	“Es el logaritmo base 10, de la actividad molar de los iones hidrógeno de una solución, indica la acidez o alcalinidad del agua” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.10; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.35).
	“Son partículas como arcillas, limo, residuos fecales, que no llegan a ser disueltas. Estas son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra” (Minaya 2017, p.37; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.35).

Temperatura	“Medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia, el aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases y aumenta la de las sales, a su vez aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo” (Minaya 2017, p.37; citado en Fernandez & Tusó, 2020, p.35).
Turbiedad	“Define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión. Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determina la transparencia del agua” (Roldán, 2003, p.2; citado en Fernandez & Tusó, 2020, p.35).

Fuente: Fernandez, 2020, p.35

Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.8.2 Características químicas.

Habitualmente el agua puede tener ciertos elementos de la tabla periódica, aunque pocos son los elementos que influyen directamente en la calidad del agua.

Tabla 2-4: Características químicas del agua que defienden la calidad del agua.

Características químicas	Definición
Aluminio	“Elemento metálico más abundante en la Tierra y constituye aproximadamente el 8% de la superficie terrestre. El agua lluvia puede disolver el aluminio del Cloruros
Antimonio	
Arsénico	
Calcio	

suelo
y las
rocas,
y se
puede
encon
trar
disuel
to en
cierto
s
lagos,
arroy
os y
ríos”
(ECO
FLUI
DOS
INGE
NIER
OS
SA.,
2012,
p.14;
citado
en
Ferna
ndez
&
Tuso,
2020,
p.36).
“Se
encue
ntra
en
cantid
ades
traza
en
agua
natura

les (normalmente inferiores a 10µg/L) y puede presentarse en mayores concentraciones en manantiales termales o en aguas que drenan zonas mineralizadas” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.14; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.36). “Distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico, arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.14; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.36).

“Junto con el magnesio son los principales causantes de la dureza, representa más un problema económico por incrustaciones en cañerías, que un problema de salud. El ión calcio forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.15; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.36)

“Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan y que están en contacto con el agua”

	(ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.12; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.36).
Cobre	“Es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo, las concentraciones de cobre en el agua de consumo varían mucho, y la fuente principal más frecuente es la corrosión de tuberías de cobre interiores” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.14; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.36).
Cloro libre residual	Es el residuo de cloro que queda en el agua después de su proceso de desinfección, si existe cloro en la muestra se produce una coloración rojiza por la acción de las pastillas DPD1 (NTE-INEN 1108, 2011; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37)
DQO	“Equivale a la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin la intervención de los organismos vivos” (Arizaga, 2016, p.20; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).
DBO	“Indica la cantidad en miligramos de oxígeno disuelto que utilizan las bacterias para descomponer la materia orgánica presente en un litro de agua. Es una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.11; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).
Hierro	“La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebiles sobre los artefactos sanitarios, también puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbiedad y el color del agua” (Arizaga, 2016, p.19; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).
Manganeso	“El ión manganeso se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO ₂ que es insoluble” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.18; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).
Mercurio	“Se trata de un elemento muy tóxico para las personas. Su ingestión puede provocar daños renales y el sistema nervioso central si la dosis es alta. Los síntomas son dolor en el vientre, vómitos y diarrea” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.13; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.36).
Oxígeno disuelto	“Cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para la vida de cualquier organismo acuático. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de contaminación de agua” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.11; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).
Nitritos y nitratos	“El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoniaco, nitratos y nitritos” (Arizaga, 2016, p.21; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).
Sulfatos	“Son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad” (Arizaga, 2016, p.22; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.37).

Fluoruro

El flúor es un elemento químico gaseoso que al combinarse con otros elementos forman los fluoruros, encontrándose en la corteza terrestre alrededor del 0,077%, en la parroquia en estudio el agua proviene de vertientes naturales y de deshielos del volcán Altar, por lo que, cuando aflora el recurso hídrico y al pasar por depósitos del elemento mencionado o por compuestos similares, una parte de ellos se disuelve en el agua, arrastrando y mezclándose, por lo que se analiza los iones encontrados y se miden en miligramos por litro (Trejo et al. 2015). El fluoruro es un elemento esencial y benéfico para humanos y para animales e indispensable para la salud bucal, con niveles mínimos de 0,5 y máximo de 1,0 mg/L.

Fuente: Fernandez, 2020, p.35

Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.8.3 Características microbiológicas.

La calidad microbiológica es considerada el parámetro más importante en lo que se refiere a las características del agua y su potabilidad. El agua puede llegar a causar varias enfermedades como: cólera, fiebre tifoidea, hepatitis, etc. por lo cual su caracterización bacteriológica es de suma importancia.

Tabla 2-5: Características microbiológicas del agua que defienden la calidad del agua.

Características microbiológicas	Definición
Coliformes Totales	“Se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento” (ECOFLUIDOS INGENIEROS SA., 2012, p.13; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.38).
Coliformes Fecales	“Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por <i>Escherichia coli</i> y ciertas especies de <i>Klebsiella</i> ” (Campos, 2003, p.225; citado en Fernandez & Tuso, 2020, p.38).

Fuente: Fernandez, 2020, p.35

Realizado por: Zambrano L, 2023

2.2.9 Índice de la calidad del agua (ICA)

Se considera como una herramienta importante cuando se habla del estado del agua es decir si es buena o mala, ya que permite identificar la calidad de agua de un cuerpo superficial o subterráneo

en un tiempo determinado (Caho & López, 2017, p.37). Para Osorio et al., (2021) se entiende como una expresión simple que combina una mezcla de parámetros físicos, químicos y microbiológicos,

que se usan como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color.

Mediante el uso del ICA se puede realizar un análisis general de la calidad del agua en distintos niveles, y determinar la fragilidad del cuerpo frente a amenazas potenciales. Este instrumento surge como una opción para la evaluación del recurso hídrico permitiendo que los procesos de formulación de políticas públicas y seguimientos de los impactos sean más eficaces (Granizo &Toa, 2020, p.22).

Además, el ICA posibilita la evaluación de los constituyentes que afectan la calidad del agua para sus diferentes usos. Esta evaluación nos sirve como una manera de comunicar y representar la calidad del agua en los cuerpos de agua. Además, permite la comparación entre diversos ríos o en entre diferentes localizaciones para un mismo río (Gil et al., 2018, p.114).

2.2.9.1 Método de valoración del ICA-NSF

El índice de Calidad de Agua "*Water Quality Index*" (WQI), que fue desarrollado en 1970 por la *National Sanitation Foundation* (NSF) de Estados Unidos, por medio del uso de la técnica de investigación Delphi de la "*Rand Corporation's*" (Rodríguez et al., 2016, p.165) y (Freire et al., 2020, p.55).

El ICA se define como el grado de contaminación existente en el agua a la fecha de un muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura. Así, un agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a 0%, mientras el 100% será para el agua en excelentes condiciones (Logroño, 2017, p.43). En las investigaciones de (Torres et al. 2010) y (González et al., 2013) se aplica el índice de calidad del agua-ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano se empleó con el promedio geométrico ponderado:

$$ICA = \sum_{i=1}^n I_i W_i$$

Donde:

ICA: índice de calidad del agua global

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

I_i : Subíndice del parámetro i

n : Número total de parámetros

Para el cálculo del índice de calidad de agua se toma en cuenta los siguientes 9 parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Coliformes Fecales (*Coli. F*), Potencial de Hidrogeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5), Nitratos (NO3), Fosfatos (PO4), Desviación de la Temperatura (ΔT), Turbidez (NTU), y Sólidos Disueltos Totales (SDT), que se detallan en la tabla 2-6.

Tabla 2-6: Pesos relativos para cada parámetro del ICA – NSF.

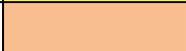
Parámetro	Wi	Unidad	Importancia
pH	0,11	-	Condiciones para la vida acuática y agua potable.
Oxígeno Disuelto	0,17	% saturación	Condiciones críticas para la vida acuática.
DBO	0,11	mg/L	Materia orgánica biodegradable, limitante para aguas de consumo humano.
Coliformes Fecales	0,16	NMP/100ml	Contaminación fecal, limitante para aguas de consumo humano.
Nitratos	0,1	mg/L	Determinar niveles de eutrofización y riesgos de consumo.
Fosfatos	0,1	mg/L	Determinar niveles de eutrofización.
Temperatura	0,1	°C	Crítico para la vida acuática y consumo humano.
Turbidez	0,08	NTU	Limitante para aguas de consumo humano.
Sólidos Totales	0,07	mg/L	

Fuente: Samaniego, 2019, p.26

Realizado por: Zambrano L, 2023

Como dato importante se debe tomar en consideración que, en caso de escasez de datos en un monitoreo, la metodología de estimación de este Índice de Calidad del Agua considera que la falta de valores en algunas variables, su peso específico se reparte en forma proporcional entre los restantes, excluyendo del operador multiplicativo en momento de estimar el ICA.

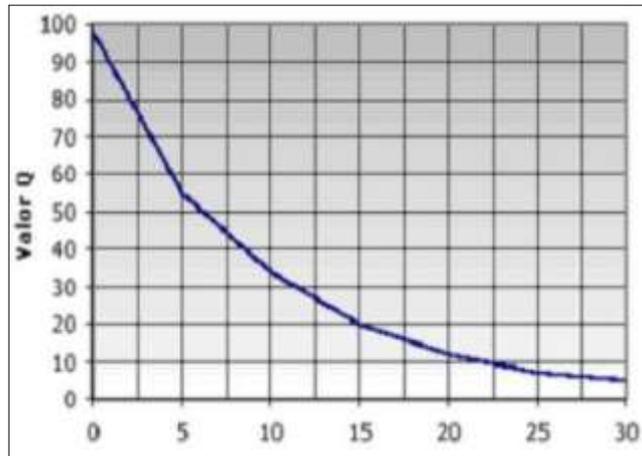
Tabla 2-7: Rangos de clasificación según el ICA – NSF.

Denotación	Rango	Color
Excelente	91-100	
Buena	71-90	
Media	51-70	
Mala	26-50	
Muy mala	0-25	

Fuente: Samaniego, 2019, p.27

Realizado por: Zambrano L, 2023

En las siguientes ilustraciones establecidas por Brown (1970; citado en Granizo & Toa, 2020, pp.31-35), se presenta las curvas para determinar el respectivo valor Q (valor de calidad) de cada parámetro a analizar:

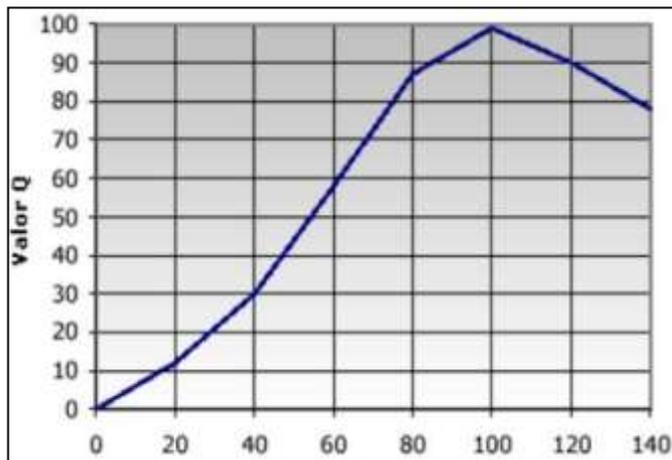


(mg/L)

Sí DBO > 30, Q = 30

Ilustración 2-3: Función de la calidad NSF, DBO

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.31

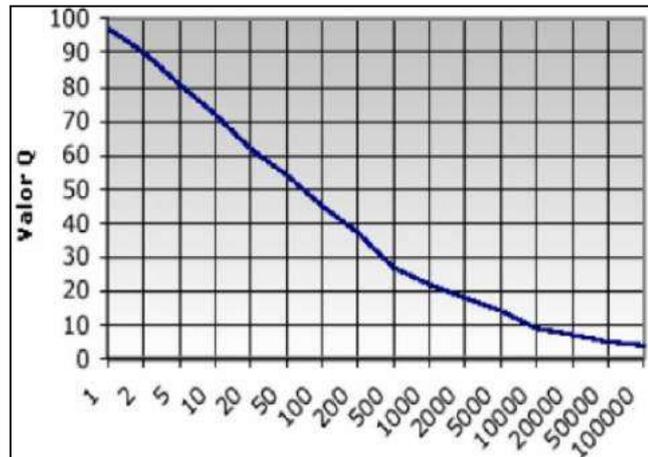


% saturación

Sí % saturación > 140, Q = 50

Ilustración 2-4: Función de la calidad NSF, Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.32

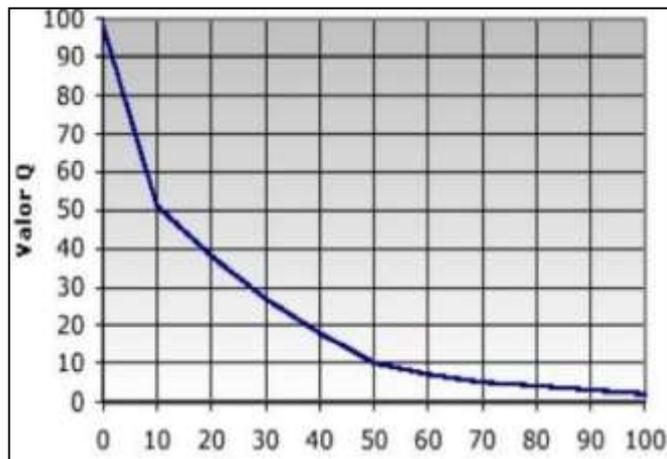


Colonias /100 ml

Sí Coliformes Fecales > 100.000, Q = 20

Ilustración 2-5: Función de la calidad NSF, Coliformes Fecales.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.32

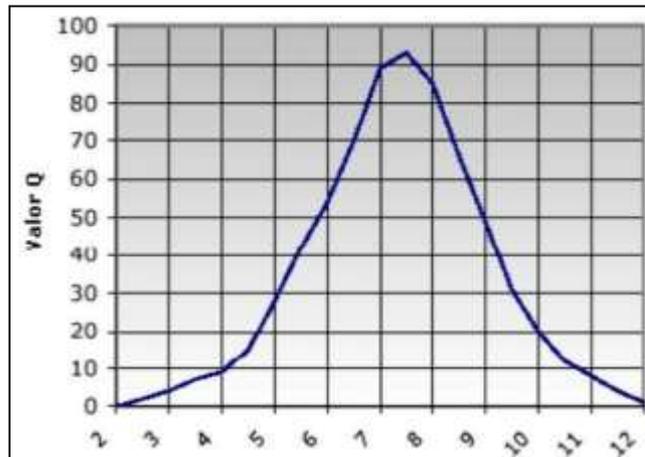


mg/L

Sí Nitratos > 100, Q = 10

Ilustración 2-6: Función de la calidad NSF, Nitratos.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.33

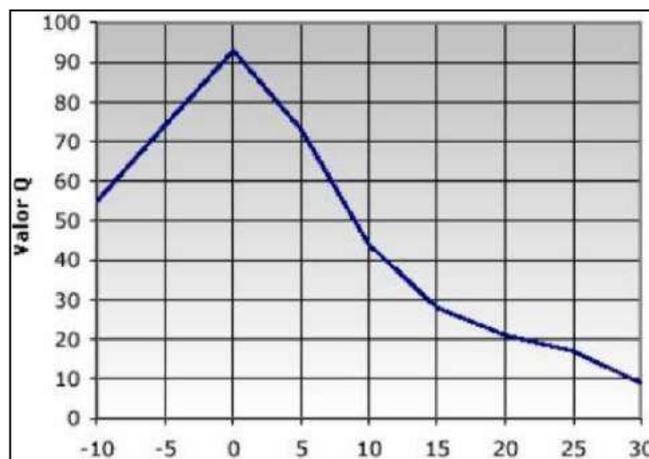


Unidades

Sí pH < 2.0 ó > 12, Q = 0

Ilustración 2-7: Función de la calidad NSF, Potencial de Hidrogeno (pH).

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.33

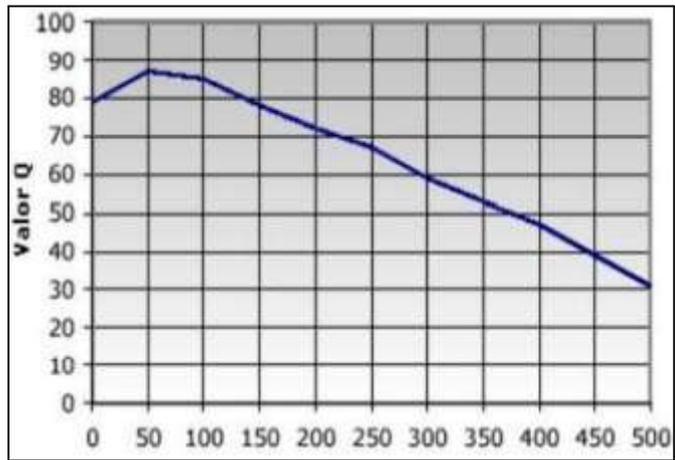


Grados Celsius (°C)

Se debe realizar la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura de la muestra.

Ilustración 2-8: Función de la calidad NSF, temperatura °C.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.34

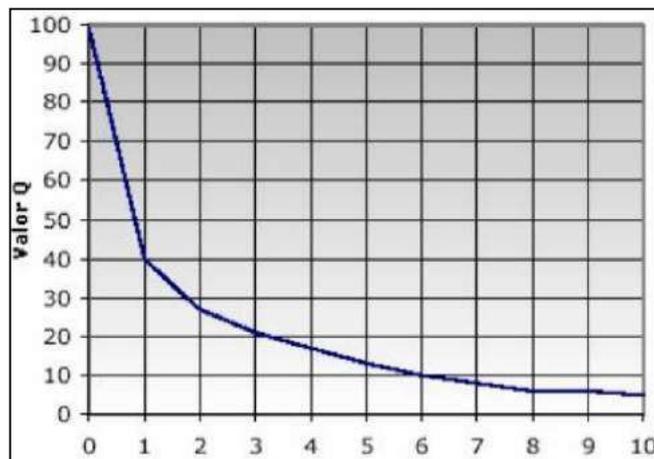


mg/L

Si STD > 500, Q = 20

Ilustración 2-9: Función de la calidad NSF, Sólidos Disueltos.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.34

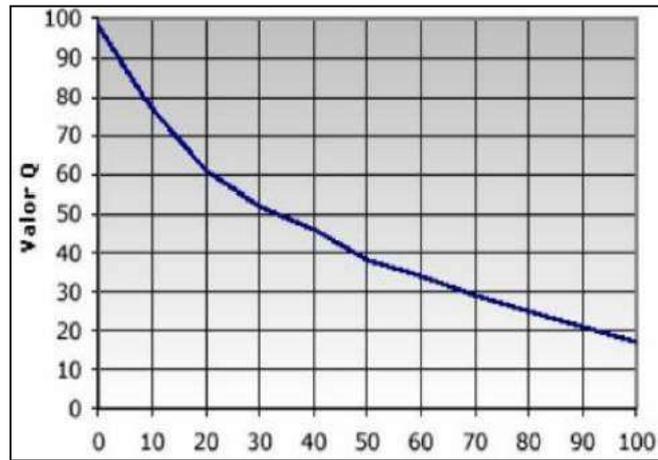


mg/L

Si Fosfatos > 10, Q = 2.0

Ilustración 2-10: Función de la calidad NSF, fosfatos.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.35



NTU

Sí Turbidez > 100, Q = 5.0

Ilustración 2-11: Función de la calidad NSF, Turbidez.

Fuente: Granizo & Toa, 2020, p.35

2.2.9.2 Clasificación del índice de calidad del agua según los usos del agua

Los usos que pueden tener los recursos hídricos están determinados por la calidad del agua que ellos presentan. Es decir, según las características o propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la fuente, estará asociada a determinados usos, por lo que un agua que puede estar contaminada para un determinado uso puede ser perfectamente aplicable a otro (León, 2014, p.106) y (Samaniego, 2019, pp.26-27).

A continuación, en tabla 2-8 se muestran las escalas de clasificación del índice de calidad del agua de acuerdo con sus usos.

Tabla 2-8: Escalas de clasificación del ICA en función del uso.

ICA	Criterio general	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industria y Agrícola
100	No contaminado	No contaminado	No contaminado	No contaminado	No contaminado
95					
90					
85	Aceptable	Ligera purificación	No contaminado	No contaminado	Ligera purificación para algunos procesos
80					
75					
70	Poco contaminado	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable pero no recomendable	Aceptable excepto especies sensibles	Sin tratamiento para la industria normal
65					
60					

55				Dudoso especies sensibles	
50	Contaminado	Dudoso	Dudoso para el contacto directo	Solo organismos resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria
45			Sin contacto con el agua		
40					
35					
30	Altamente contaminado	No aceptable	Señal de contaminación	No aceptable	Uso restringido
25			No aceptable		
20					
15			No aceptable		
10					
5					
0			No aceptable		No aceptable

Fuente: Samaniego, 2019, pp.26-27

Realizado por: Zambrano L, 2023

Como se observa en la tabla 2-8, existen escalas de tolerancia para considerar el agua contaminada o no, según el índice de calidad de agua y sus usos.

Las aguas de consumo humano y doméstico están consideradas dentro de abastecimiento público como agua potable para actividades como: Bebida y preparación de alimentos para consumo y necesidades domésticas como limpieza de los utensilios, aseo personal.

a) Abastecimiento público

De acuerdo con la interpretación de la tabla para abastecimiento público se tiene la siguiente escala:

- 100-90 las aguas no están contaminadas por lo que no requiere mayor purificación
- 90-80 se debe realizar purificación leve para su consumo
- 80-50 Se debe realizar un tratamiento para que ésta sea apta para consumo
- 50-40 el agua está contaminada por lo que es dudoso para el consumo
- 40-0 altamente contaminada por lo que esta agua es inaceptable para el consumo

b) Recreación

Las aguas consideradas para recreación como son los deportes acuáticos, en el que puede o no existir el contacto directo con el agua como por ejemplo el caso del buceo con contacto directo

con el agua o paseos en lanchas en donde el agua no entra en contacto directo con el hombre. De acuerdo con la interpretación de la tabla para recreación de la escala:

- 100-70 el agua es aceptable para cualquier deporte acuático
- 70-50 agua aceptable para deporte acuático, pero precaución si se ingiere dada la presencia de bacterias
- 50-40 dudoso para el contacto directo con el agua
- 40-30 no recomendable deporte acuático solo en lancha
- 30-20 señal de contaminación no acercarse
- 20-0 Claramente contaminada y no apta para recreación

c) Pesca y vida acuática

Las aguas consideradas para pesca y vida acuática como claramente se menciona, están involucradas la vida de las especies que se desarrollan en su entorno. De acuerdo con la interpretación de la tabla para pesca y vida acuática de la escala:

- 100-70 es aceptable para que se desarrollen toda clase de organismos
- 70-60 el agua sigue siendo aceptable. excepto para alguno peces muy sensibles
- 60-50 el agua es dudosa para la pesca puede causar riesgo en la salud
- 50-30 el agua es apta solo para la vida de organismos resistentes por lo que se considera inaceptable para la actividad pesquera
- 30-0 el agua no es aceptable para ninguna actividad o vida acuática

d) Industria y agrícola

Para las industrias y la agricultura, las aguas son usadas para actividades de desarrollo humano y producción de alimentos. De acuerdo con la interpretación de la tabla se tiene la escala:

- 100-90 las aguas no requieren purificación para riego o para industrias
- 90-70 necesita purificación menor de acuerdo con el proceso a ser destinado
- 70-50 el agua es usada para industrias normales sin tratamiento y son utilizadas en la mayoría de los cultivos
- 50-30 Tratamiento para cultivos e industrias
- 30-20 el agua presenta un uso restringido en cultivos muy resistentes
- 20-0 Inaceptable para cualquier actividad industrial o riego

2.2.9.3 *Parámetros que se consideran en el Índice de la Calidad del Agua (ICA - NSF)*

Los parámetros citados en este apartado se basan en los parámetros utilizados en el método del índice de calidad de agua (ICA - NSF), donde se describe sus características, y los efectos que tienen las variaciones de estos parámetros en las aguas de los ríos.

a) Parámetros físicos - químicos

➤ **Cambio de Temperatura (ΔT)**

Debido a las fluctuaciones del clima los cuerpos de agua presentan variaciones de temperatura a lo largo de la trayectoria. La temperatura del agua determina la distribución de los organismos y está influenciada por diferentes aspectos como: latitud, altitud, variaciones climáticas, hora del día, circulación de aire, nubosidad, profundidad y concentración de muchas variables (Alberto et al., 2005, p.76; citado en Samaniego, 2019, p.27).

➤ **Sólidos Totales Disueltos (TDS)**

Los sólidos totales disueltos afectan la penetración de luz en la columna de agua, lo cual perturba directamente a la fotosíntesis que se realiza en el agua, por lo que este en altas cantidades puede cambiar la calidad de la fuente hídrica, provocando que esta tenga un sabor amargo a metal o salado (Alberto et al., 2005, p.82; citado en Samaniego, 2019, p.28).

Estos afectan la calidad del agua en diferentes formas: agua con alta concentración de sólidos disueltos generalmente son de baja potabilidad. Altos contenidos de minerales son perjudiciales para muchas aplicaciones industriales. El análisis de los sólidos es importante para el control de procesos de tratamientos físicos y biológicos de aguas residuales y para asegurar el cumplimiento de las normas legales vigentes (Carvajal et al., 2010, p.44; citado en Samaniego, 2019, p.28).

➤ **Turbiedad**

Es producida por materiales en suspensión presentes en el cuerpo de agua, como: arena, arcilla, materia orgánica e inorgánica, compuestos orgánicos solubles, plancton y otros organismos microscópicos, las cuales varían en tamaño, desde partículas coloidales hasta partículas gruesas (León, 2014, p.78; citado en Samaniego, 2019, p.28). Su presencia disminuye la producción de oxígeno por fotosíntesis, restringe los usos del agua, indica deterioro estético del cuerpo de agua, interfiere en la desinfección (Samaniego, 2019, p.28).

➤ **Potencial de hidrógeno (pH)**

Es un parámetro importante de la variación en la calidad del agua y está influenciado por los procesos biológicos y químicos dentro del cuerpo de agua y todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento de aguas (Alberto et al., 2005, p.82; citado en Samaniego, 2019, p.29). Expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua, el cual se mide en una escala logarítmica inversa basada en la concentración de iones de hidrógeno que va desde el 0 al 14, donde 0 es extremadamente ácido y 14 extremadamente alcalina, en tanto que 7 es un valor neutro (Samaniego, 2019, p.29).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)**

Es el parámetro más utilizado para la determinación del contenido de materia orgánica de una muestra de agua. La DBO se mide determinando la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos heterotróficos (bacterias principalmente) para degradar, oxidar, estabilizar, etc. la materia orgánica (Sierra, 2021). Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno usado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C y los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido (Samaniego, 2019, p.29).

➤ **Nitratos (NO₃⁻N)**

El nitrato es parte integral del ciclo del nitrógeno en el ambiente acuático y terrestre. Las fuentes de nitratos son las plantas de tratamiento de aguas servidas, escorrentía de campos de cultivos, fallas de los pozos sépticos, descargas industriales, fertilizantes, plantas en descomposición, residuos orgánicos, estiércol y otros (Moreno et al., 2015, p.201; citado en Samaniego, 2019, p.29).

Los nitratos son compuestos inorgánicos que resultan de la combinación de un átomo de nitrógeno y tres de oxígeno, son esenciales para las plantas, pero cuando entran en exceso a los ecosistemas acuáticos pueden provocar serios problemas. El exceso de este junto con el fósforo puede acelerar la eutrofización, provocando el crecimiento excesivo de plantas, que a la vez afectan a los animales que viven en los ríos. Además, el exceso de nitratos afecta el oxígeno disuelto en el agua provocando hipoxia (bajos niveles de oxígeno disuelto), la temperatura y otros parámetros, llegando a ser tóxico para animales cuando las concentraciones son mayores a 10mg/L (Castellano & Guerrero, 2014, p.46; Samaniego, 2019, p.29).

➤ **Fosfatos (PO_4^{3-})**

El fósforo se encuentra naturalmente en las rocas y otros depósitos minerales. Durante el proceso natural de la intemperie, las rocas liberan gradualmente el fósforo como iones fosfatos que son solubles en agua y la descomposición de los compuestos de fosfato mineralizado, quedando disponible para que pueda ser absorbido por las plantas y animales (Brian, 2019, p.1; citado en Samaniego, 2019, p.29).

Los fosfatos también se encuentran en los fertilizantes y detergentes, los cuales pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas residuales, los mismos que en contacto con el agua se vuelven nutrientes para las plantas y en conjunto con los nitratos generan la llamada eutrofización, afectando la vida acuática por la disminución del oxígeno (Villamar, 2018, p.6; citado en Samaniego, 2019, p.29).

➤ **Oxígeno Disuelto (OD)**

El oxígeno disuelto es uno de los principales indicadores de contaminación de aguas. Los bajos niveles de OD son principalmente causados por la presencia de materia orgánica o de material inorgánico parcialmente oxidado. En ambos casos, se presenta una demanda de oxígeno, ya sea para la respiración de los organismos capaces de digerir la materia orgánica o por la oxidación de los compuestos inorgánicos. Tal demanda puede agotar o disminuir el OD apreciablemente. El OD en las aguas limpias, no sujetas a demandas de OD, tiene concentraciones de equilibrio que dependen de la presión atmosférica y de la temperatura del agua (Samaniego, 2019, p.30).

La determinación analítica del OD se debe realizar de inmediato y en el lugar de la toma de muestra (in situ). El oxígeno disuelto puede ser expresado ya sea como una concentración (en mg/L), que es un valor absoluto, o como porcentaje de saturación, que es una expresión de la proporción de oxígeno disuelto en el agua en relación con la concentración máxima que puede disolverse a una temperatura, presión, y salinidad particular (Ministerio de ecología y recursos naturales renovables de provincia de misiones, 2014, p.12; citado en Samaniego, 2019, p.30).

El Oxígeno Disuelto (OD) es un parámetro crítico para caracterizar la salud de un sistema acuático. Esta es una medida del oxígeno disuelto en el agua el cual es aprovechable para los peces y otros organismos acuáticos (Guevara, 2018, p.31; citado en Samaniego, 2019, p.30).

b) Parámetros microbiológicos

➤ **Coliformes Fecales (CF)**

Las bacterias coliformes son una familia que se encuentran en las plantas, el suelo, el agua, en los intestinos y en las heces de los animales de sangre caliente y los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, son un subgrupo de las bacterias coliformes totales que se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Los resultados se expresan como NMP, que equivale a indicar el número más probable de bacterias por cada 100 ml de la muestra de agua (Ramos, 2018, p.90; citado en Samaniego, 2019, p.31).

2.2.10 Plan de acción

Un plan de acción hace referencia a un mapa o esquematización que establece los pasos que se debe seguir para lograr alcanzar las metas propuestas en un proyecto (Alfonso et al., 2018, p.21).

Desde el punto de vista del investigador y con relación al tema que se va a tratar se definen las partes que conforman el plan de acción. Ahora bien, si hablamos de Plan de Acción Ambiental este tiene como objetivo realizar una identificación y evaluación de los aspectos ambientales del proyecto, para diseñar acciones de protección, prevención, mitigación y corrección que permitan controlar los principales impactos dentro de un proceso de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, por lo tanto, haciendo referencia a un conjunto de programas que describen las acciones y los actores involucrados (Amezquita y Guzmán, 2018, p.23).

Además, Vargas et al., (2018, pp.18-20) considera que la meta del plan de acción para la conservación de una especie o un ecosistema es la identificación, prevención y mitigación de amenazas que ponen en peligro de extinción a la especie en el territorio nacional o el deterioro del ecosistema en general, es decir, que la ejecución de acciones coordinadas favorece a minimizar las presiones sobre la especie y su ecosistema, tanto a mediano como largo plazo, logrando la recuperación de la población y preservando su recurso genético. El plan contiene líneas de acción organizadas, desarrolladas, priorizadas y consensuadas por el grupo de investigación que tenga conocimiento sobre el tema y entidades como el Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, también se incluyen el conjunto de técnicos y especialistas dedicados al estudio, conservación y manejo de la especie en el país.

2.2.11 Características de la parroquia Santiago de Quimiag

En la siguiente tabla 2-9 se detallan las características generales que presenta la parroquia como: a fecha de fundación y creación, la población, la superficie, el rango altitudinal, la temperatura, el clima, los límites y los asentamientos humanos teniendo un total de 19 comunidades.

Tabla 2-9: Características generales de la parroquia Santiago de Quimiag.

Parroquia	Santiago de Quimiag
Fecha de creación	Fue elevada a la categoría de parroquia civil perteneciente al cantón Guano el 29 de mayo de 1861 y bajo registro oficial número 530, el 22 de abril de 1897 pasa a pertenecer al cantón Riobamba.
Fecha de Fundación	Quimiag en tiempos de la fundación de Riobamba (1.534), se caracterizaba por ser una rica comarca, de la cual al tener conocimiento los españoles, estos se dirigieron a conquistarla, se cuenta que los <i>Quilimas</i> defendieron con bravura su patrimonio, ante las armas de fuego de los ibéricos, unos debieron huir hasta las montañas y otros optar por el suicidio sin antes arrasar con su territorio
Población	5.257 habitantes censo 2010
Superficie	13.610 hectáreas – 13 Km ²
Rango altitudinal	Entre 2.400 msnm – 5.319 msnm
Temperatura	Promedio Anual de Temperatura: -1.5 a 22°C Mesotérmico semi húmedo
Clima	Mesotérmico seco Nival Ecuatorial de Alta Montaña
Límites	Norte: Cantón Penipe Sur: Cantón Chambo Este: Cantón Guamboya (Prov. Santiago) Parque Nacional Sangay Oeste: Parroquia Cubijies
Asentamientos Humanos	Comunidades: Balcashi, Bayo, Chañag San Miguel, Chilcal Pucará, El Cortijo, Guazazo, Guntuz, Guzo, Laguna San Martín, Palacio San Francisco, Puculpala, Puelazo, Rio Blanco, San Pedro de Iguazo, Santa Ana de Zaguán, Sizate, Tumba San Francisco (Valle Hermoso), Verdepamba.

Barrios: Cachipata, Cuncún, El Batán, Guabulag Alto, Guabulag La Joya, Guabulag San Antonio, Guzo Libre, Loma de Quito, San José de Llulluchi, Centro Parroquial, El Paraíso.

Cooperativas: Rumipamba, El Toldo

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la Parroquia Santiago de Quimiag, 2019, pp.24-25

Realizado por: Zambrano L, 2023

La Parroquia Quimiag es descendiente de la tribu de los Quimaes o los Quilimas, que formaba parte de la gran Confederación de los Puruháes. Los antiguos habitantes de este lugar fueron guerreros que estaban en contra de la conquista española y lucharon fuertemente en defensa de su territorio, etnia, cultura y estirpe (Lara et al., 2020, p.46).



Ilustración 2-12: Parroquia Santiago de Quimiag.
Realizado por: Zambrano L, 2023

2.3 Marco legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008)

a) **TÍTULO II: DERECHOS**

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir

Sección primera: Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés

público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y generación de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

b) TÍTULO VI: RÉGIMEN DE DESARROLLO

Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

Literales 4: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural

c) TÍTULO VII: RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera: Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

Numeral 1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad

de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras

Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Sección sexta: Agua

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

CÓDIGO ORGÁNICO AMBIENTAL (2017)

a) LIBRO PRELIMINAR

TITULO II: DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

Literal 2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración. Para la garantía del ejercicio de sus derechos, en la planificación y el ordenamiento territorial se incorporarán criterios ambientales territoriales en virtud de los ecosistemas. La Autoridad Ambiental Nacional definirá los criterios ambientales territoriales y desarrollará los lineamientos técnicos sobre los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza.

Art. 7.- Deberes comunes del Estado y las personas. Son de interés público y por lo tanto deberes del Estado y de todas las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y colectivos los siguientes:

Literal 2. Proteger, conservar y restaurar el patrimonio natural nacional, los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.

Literal 4. La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

b) LIBRO SEGUNDO DEL PATRIMONIO NATURAL

TITULO I: DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Art. 30.- Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

Literal 2. Mantener la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se garantice su capacidad de resiliencia y su la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales.

Literal 3. Establecer y ejecutar las normas de bioseguridad y las demás necesarias para la conservación, el uso sostenible y la restauración de la biodiversidad y de sus componentes, así como para la prevención de la contaminación, la pérdida y la degradación de los ecosistemas terrestres, insulares, oceánicos, marinos, marino-costeros y acuáticos.

Literal 7. Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua.

c) LIBRO TERCERO DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Capítulo V: Calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos

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

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

LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA (2014)

a) **TÍTULO II: RECURSOS HÍDRICOS**

Capítulo I: Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art. 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.- El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

b) **TÍTULO III: DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES**

Capítulo I: Derecho humano al agua

Art. 57.- Definición: El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Capítulo III: Derechos de la naturaleza

Art. 64.- Conservación del agua: La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a: d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación.

Capítulo VI: Garantías preventivas

Sección Primera: Caudal Ecológico y Áreas de Protección Hídrica

Artículo 78.- Áreas de protección hídrica. Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Autoridad Única del Agua, previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público.

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. El régimen para la protección que se establezca para las áreas de protección hídrica, respetará los usos espirituales de pueblos y nacionalidades. En el Reglamento de esta Ley se

determinará el procedimiento para establecer estas áreas de protección hídrica, siempre que no se trate de humedales, bosques y vegetación protectores.

Cuando el uso del suelo afecte la protección y conservación de los recursos hídricos, la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados y las 17 circunscripciones territoriales, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica, con el fin de prevenir y controlar la contaminación del agua en riberas, lechos de ríos, lagos, lagunas, embalses, estuarios y mantos freáticos.

REGLAMENTO DE LA LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA (2015)

a) LIBRO SEGUNDO: DOMINIO HÍDRICO PÚBLICO

TITULO I: DEL DOMINIO HÍDRICO PÚBLICO

Capítulo segundo: Protección del dominio hídrico público

Sección Segunda: Las zonas de protección hídrica

Art. 63.- Zonas de Protección Hídrica: Definición y Funcionalidad. - De conformidad con lo regulado en el artículo 13 de la Ley, para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, así como de la que se recoja en los embalses superficiales, se establece una zona de protección hídrica. En dicha zona se condicionará el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen.

Art. 64.- Zonas de Protección Hídrica: Extensión y Modificación. - La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional. La extensión indicada podrá modificarse en las siguientes circunstancias: Cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes.

ACUERDO MINISTERIAL NO. 061: REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA (2015)

a) SECCIÓN III: CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS

Art. 209.- De la calidad del agua. - Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la

población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.

Art. 210.-Prohibición. - De conformidad con la normativa legal vigente: b) Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLOGICO

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es una combinación de lo cualitativo con lo cuantitativo. El enfoque cualitativo porque mediante la observación en campo y la información proporcionada por la comunidad se logró identificar las características de la zona de estudio, y el enfoque cuantitativo porque se realizó el análisis físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua del Ecosistema de estudio del cual se obtuvieron valores numéricos.

3.2 Nivel de investigación

Esta investigación tiene un nivel de profundización descriptiva porque buscó conocer, identificar y describir las características de la problemática en la zona de estudio.

3.3 Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación fue de tipo no experimental porque no se manipuló ningún tipo de variable, solo se realizaron mediaciones y análisis debido a que el trabajo es parte del proyecto “Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag” perteneciente al grupo de Grupo de Investigación de Ambiente y Desarrollo GIADE-ESPOCH, las muestras de agua fueron enviadas al Laboratorio de análisis químico TOX-CHEM encargado de ejecutar el análisis de calidad del agua, por lo tanto no se realizó manipulación de variables.

3.4 Según las intervenciones en el trabajo de campo

El trabajo en campo nos permitió obtener datos de la realidad de la problemática, por lo tanto, la presente investigación según las intervenciones en el trabajo de campo fue descriptiva porque se trabajó en base a otros estudios relacionados con el tema para lograr definir las principales alteraciones en el ecosistema que puede llegar a causar efectos negativos en la calidad del agua.

3.5 Tipo de estudio

El trabajo se desarrolló en la parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo, el mismo que fue de tipo investigativo ya que tuvo un diseño metodológico observacional, en donde no se tuvo el control del factor de estudio, pues solo se observó, se tomaron las muestras y en base al análisis de los resultados de laboratorio y el índice de calidad del agua ICA-NSF se propuso un plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.

3.6 Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

La población de estudio fue el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Para la recolección de muestras de agua de las fuentes superficiales se utilizó la técnica de muestreo probabilístico ya que se tomaron un total de 9 muestras simples en tres puntos al azar de cada zona del ecosistema (superior, media y baja) para ello se tomaron 1000mL de agua en frascos plásticos de boca estrecha con tapa rosca y tapón para mayor seguridad según lo establecido en la metodología propuesta por el proyecto de “Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag” perteneciente al grupo de investigación GIAD-ESPOCH. Posteriormente se transportó las muestras al Laboratorio de análisis químico TOX-CHEM el cual fue el encargado de realizar el análisis de los siguientes parámetros como: aceites y grasas, coliformes fecales, cianuro, cromo hexavalente, color real, fluoruro, arsénico, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, hierro total, nitratos, potencial hidrógeno, sulfatos, cloro residual, fenoles, tensoactivos, amoníaco, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica y turbiedad.

3.7 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.7.1 Inventario de recursos hídrico superficial del ecosistema “Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes”

Se realizó una revisión documentada con relación al recurso hídrico superficial del ecosistema cuya información fue obtenida del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del cantón Riobamba, y Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Santiago de Quimiag (2019-2023). También se solicitó información al GAD parroquial, se llevaron a cabo visitas In situ, observaciones y toma de

imágenes fotográficas de las fuentes de agua superficiales que se encuentran en el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes que contribuyeron con el estudio.

3.7.2 *Determinación de la calidad del agua*

3.7.2.1 *Preparación del muestreo*

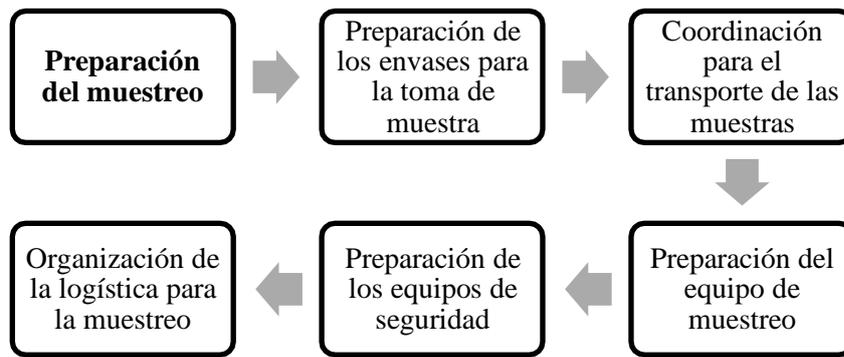


Ilustración 3-1: Procedimiento antes de la recolección de muestras.
Realizado por: Zambrano L, 2023

3.7.2.2 *Selección de los puntos de muestreo*

Para los puntos de muestreo se consideró la accesibilidad de la zona, representatividad de los puntos y seguridad esto según los criterios para la selección de los punto de muestreo (Tabla 3-1), el total de puntos y repeticiones fueron establecidos según la metodología propuesta por el proyecto de “Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag” desarrollado por el Grupo de Investigación y Desarrollo GIADE-ESPOCH, que se basa en tomar tres repeticiones de cada zona del ecosistema (zona superior, media y baja) teniendo un total de 9 muestras. Las repeticiones de cada punto de muestreo fueron identificadas mediante códigos: zona superior (AsMn01-01, AsMn01-02 y AsMn01-03), zona media (AsMn01-04, AsMn01-05 y AsMn01-06) y zona baja (AsMn01-07, AsMn01-08 y AsMn01-09). Los puntos de muestreo fueron georreferenciados con un GPS utilizando el sistema UTM WGS84, para realizar un mapa con la ubicación detallada de los puntos mediante el software ArcGis, en la Ilustración 3-1 se presenta los puntos de muestreo del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes ubicado en la parroquia de Quimiag, cantón Riobamba.

Tabla 3-1: Criterio para la selección del punto de muestreo.

Criterio para la selección del punto de muestreo	
Accesibilidad	El punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible con las vías de acceso vehicular y peatonal que sean necesarias, de tal manera que faciliten obtener las muestras y transportar la carga que implican los equipos y materiales de muestreo.
Representatividad	El punto de recolección de las muestras debe ser lo más representativo posible de las características totales del cuerpo de agua, esto significa que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo, relacionado específicamente con la turbulencia, velocidad y apariencia física del mismo, adquiriendo que la muestra sea lo más homogénea posible.
Seguridad	El punto de muestreo, sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo, minimizando los riesgos de accidentes y de lesiones personales, por lo que es recomendable tomar siempre todas las precauciones y utilizar los equipos de seguridad y de protección personal necesarios. En los ríos se debe prestar especial atención a posibles crecientes, deslizamientos o arrastre de objetos sólidos grandes hacia la corriente.

Fuente: (Martín, 2018)

Realizado por: Zambrano L, 2023

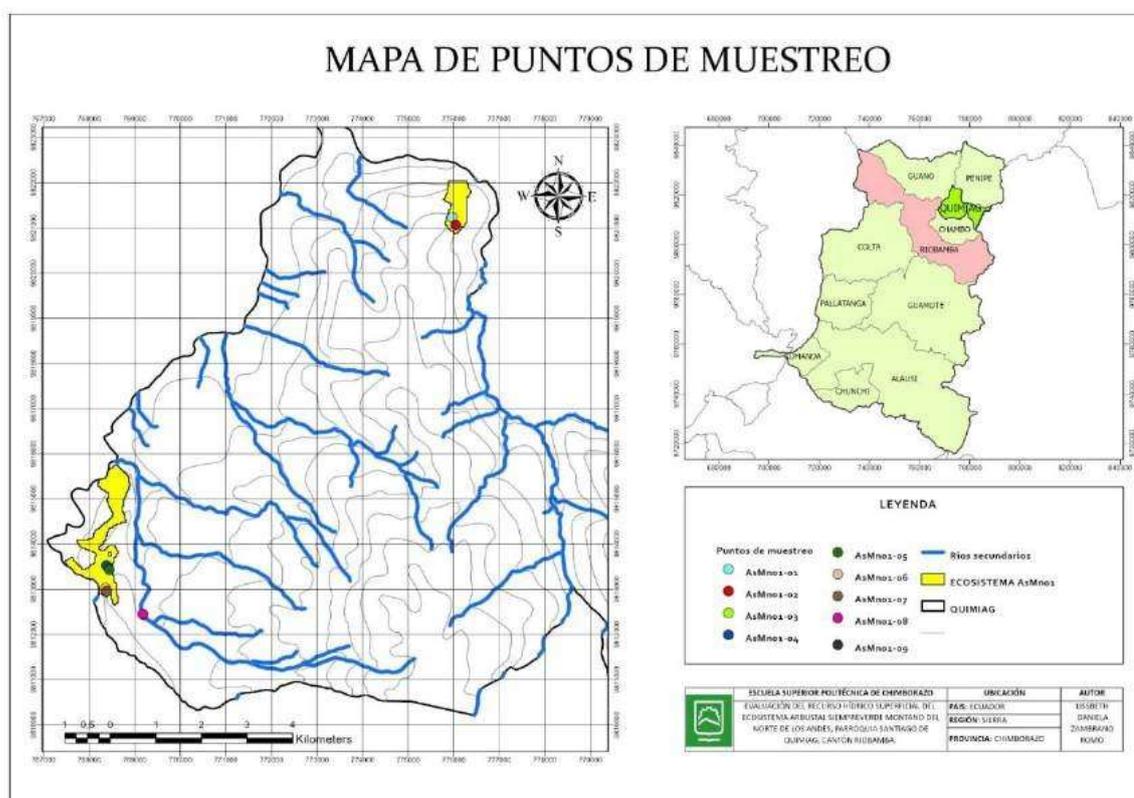


Ilustración 3-2: Ubicación de los puntos de muestreo dentro del área de estudio.

Realizado por: Zambrano L, 2023

3.7.2.3 Toma de muestra

Para la toma de muestras se aplicaron los pasos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:1998 para Calidad de agua y muestreo (gráfico 2-3), donde nos presenta las técnicas adecuadas de hacer un muestreo, y se tiene desde el proceso de recolección de forma aleatoria de una porción representativa con el volumen necesario de agua para la prueba a analizar. Cabe mencionar que se consideró dos puntos importantes para la toma de muestras, en el caso de muestras representativas en ríos de caudales pequeños tomar una muestra simple en el centro del cauce y para muestras representativas en redes de distribución deben ser tomadas lo más cerca posible a la fuente de suministro para minimizarlos efectos del sistema de distribución, además, la toma de muestras se la realizó sumergiendo el envase de forma contraria al flujo, evitando la inclusión de aire por flujo.

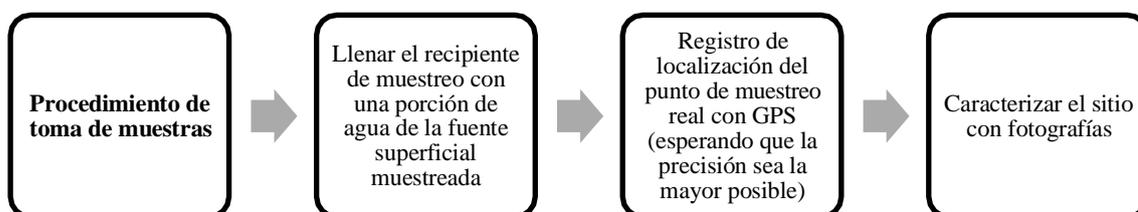


Ilustración 3-3: Procedimiento de toma de muestras.

Realizado por: Zambrano L, 2023

La recolección de muestras se ejecutó en función de los puntos de muestreo, se trabajó con muestras de agua provenientes desde las fuentes superficiales como las vertientes de las comunidades: Puculpa, Pucara, San Pedro de Iguazo, Río Blanco y Chañag San Francisco, Quebrada Puchucal y el Sistema de Riego Quimiag – Chambo, cabe mencionar que se llevaron a cabo las recolecciones tomando en cuenta especificaciones de seguridad, para evitar posibles contaminaciones cruzadas de las muestras.

3.7.2.4 Métodos utilizados en el análisis de la calidad del agua

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos seleccionados fueron significativos para brindar una amplia información sobre la naturaleza de las especies químicas, propiedades físicas y microbiológicas del agua, sin ser influenciadas en sus resultados por la vida acuática presente, cabe mencionar que el método indicado presenta varias ventajas, mencionando que los análisis de estos parámetros son más rápidos, con mayor frecuencia de monitoreo y son aplicados en aguas con diferentes tipos de uso.

Entre los métodos más utilizados para el análisis del agua recomendados por el (Acuerdo Ministerial. 097-A, 2015) tenemos los siguientes: el método *Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D* que se utilizó para la determinación de la Demanda Química de oxígeno, el método *Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B* utilizado para determinar Demanda bioquímica de oxígeno, el método *Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B* permite determinar Potencial Hidrógeno (pH), el método *Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C* para determinar coliformes fecales, el método *Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B* permitió determinar aceites y grasas, el método Espectrofotometría para terminar oxígeno disuelto y el método *Standard Methods Ed. 23.2017 2510B* permitió determinar la conductividad eléctrica.

Tabla 3-2: Parámetros de análisis físicos del agua.

Nº	Parámetro análisis de agua	Unidad	Método de análisis
1	Color real	uni Pt-Co	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C</i>
2	Potencial Hidrógeno	uni pH	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B</i>
3	Conductividad eléctrica	us/cm	<i>Standard Methods Ed. 23.2017 2510B</i>
4	Turbiedad	UNT	<i>EPA 180.1. 2003</i>

Fuente: Acuerdo Ministerial 097, 2015 y laboratorio Tox-Chem, 2022

Realizado por: Zambrano L, 2023

Tabla 3-3: Parámetros de análisis químicos del agua.

Nº	Parámetro análisis de agua	Unidad	Método de análisis
1	Aceites y grasas	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B</i>
2	Cianuro	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado</i>
3	Cromo hexavalente	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B</i>
4	Fluoruro	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD</i>
5	Arsénico	mg/L	<i>Absorción Atómica-Generador de hidruros</i>
6	Demanda química de oxígeno	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D</i>
7	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B</i>

8	Hierro total	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 3500Fe</i>
9	Nitratos	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A</i>
10	Nitritos	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B</i>
11	Sulfatos	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4</i>
12	Cloro residual	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl- G</i>
13	fenoles	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017 5530C</i>
14	Tensoactivos	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C</i>
15	Amoniaco	mg/L	<i>EPA Water waste N° 350. 2,1974</i>
16	Oxígeno disuelto	mg/L	<i>Espectrofotometría</i>
17	Sólidos suspendidos totales	mg/L	<i>Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D</i>

Fuente: Acuerdo Ministerial 097, 2015 y laboratorio Tox-Chem, 2022

Realizado por: Zambrano L, 2023

Tabla 3-4: Parámetros de análisis microbiológicos del agua.

N°	Parámetro análisis de agua	Unidad	Método de análisis
1	Coliformes fecales	NMP/100mL	<i>Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C</i>

Fuente: Acuerdo Ministerial 097, 2015 y laboratorio Tox-Chem, 2022

Realizado por: Zambrano L, 2023

3.7.2.5 Comparación de los valores obtenidos del análisis de laboratorio con la Normativa vigente y el índice de calidad ICA-NSF

En base a los valores que se obtuvieron del análisis físico, químico y microbiológico del agua perteneciente al Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes se realizó la comparación con la normativa vigente en el Ecuador haciendo mención del Acuerdo ministerial 097-A en la tabla 1 (Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico) y en la tabla 2 (Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces). Los parámetros analizados fueron 22 en total, siendo uno de ellos microbiológico, cuatro físicos y 17 químicos.

Posteriormente con base en la revisión bibliográfica, las visitas in situ, y conocidas algunas características básicas de la zona de estudio, se seleccionó el ICA-NSF de acuerdo con el cumplimiento de los siguientes criterios: amplio uso a nivel internacional, clasificación considerando la destinación del recurso con fines de abastecimiento público y representatividad de las condiciones locales del estudio. Se realizó el cálculo del índice de calidad del agua (ICA-NSF) en el cual intervienen 9 parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Coliformes Fecales (Coli. F), Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO₅), Nitratos (NO₃), Fosfatos (PO₄), Desviación de la Temperatura (ΔT), Turbidez (NTU), y Sólidos Disueltos Totales (SDT). La agregación de la información se desarrolló mediante fórmulas que incluyen adiciones simples o multiplicativas y la verificación en campo de su aplicabilidad requiere la recolección de datos y su comprobación. Estos datos se promedian dando origen a curvas que reflejan el criterio profesional de respuestas en una escala (Q) de 0- 100, que va reduciendo con el aumento de la contaminación del agua en estudio.

3.7.3 Plan de acción

Se revisó información bibliográfica del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del cantón Riobamba, también del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Santiago de Quimiag y se realizaron recorridos de la zona de estudio, gracias a esto se pudo obtener información sobre la flora y fauna representativa, estado socio económico, uso del suelo, estado de conservación de los ecosistemas e identificación de problemas ambientales. En base a ello se propone el plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental presenta información de los medios físico, biótico y socioeconómico de la parroquia Santiago de Quimiag más conocida como Quimiag.

4.1.1 Medio físico

4.1.1.1 Recurso hídrico

Según Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag (2019) el Inventario del recurso hídrico de la provincia de Chimborazo elaborada por el Gobierno Provincial de Chimborazo menciona que la parroquia de Quimiag tiene algunos sistemas hídricos que se encuentran influenciados por las aguas de la Microcuenca del Río Blanco y las aguas del Río Chambo que son los principales cuerpos de agua en el territorio.

La parroquia de Quimiag cuenta con cuatro unidades hidrográfica y un total de 15 sistemas de agua. A continuación, en la tabla 4-1 se presentan los sistemas de agua de la parroquia pertenecientes a cada unidad hidrográfica:

Tabla 4-1: Sistemas de agua de la parroquia pertenecientes a cada unidad hidrográfica.

Unidad hidrográfica	Sistemas de agua
Río Blanco	Riego la Laguna, Sistema de Riego Quimiag – Chambo (uso hidroeléctrico), Junta de Agua Potable Chañag – Puelazo, Agua de Consumo Verde Pamba (Consumo Humano), Sistema de Riego Quimiag – Chambo (utilizada para riego), Agua de Consumo Verde Pamba.
Quebrada de Gusu	Sistema de Agua Entubada Balcashi, Sistema de Uso Doméstico Calera San Francisco, Sistema de Agua Entubada de Guntus, Junta de Regantes Balcashi, Junta General de Guntus (Toma 9-utilizada para riego), Junta de Regantes Balcashi (ramal Quimiag Chambo-utilizada para riego).
Quebrada Puchucahuán	Sistema de Agua Potable de Puculpala (consumo humano).

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag, 2019, pp. 29-31

Realizado por: Zambrano L, 2023

Además, gracias a los diferentes pisos altitudinales existen mejores condiciones geográficas y en gran medida esto favorece la presencia de múltiples ecosistemas que constituyen una potencialidad para servicios ambientales predestinados a la regulación del equilibrio en el ambiente, la regulación del agua y del clima.

Es importante resaltar el potencial paisajístico y las bellezas escénicas que posee la parroquia gracias a su geografía. La riqueza turística, espiritual e histórica se concentra en toda la parroquia donde existe un gran patrimonio natural. La potencialidad de la parroquia por sus propias características geográficas y paisajísticas, proveedora de servicios destinados a la regulación del ecosistema, exige que los esfuerzos se dirijan a ampliar las áreas de protección ambiental, poniendo especial énfasis en las áreas del Nevado El Altar, y zonas altas que merecen la recuperación de los bosques y páramos.



Ilustración 4-1: Río Blanco perteneciente a las unidades hidrográficas de la parroquia.

Realizado por: Zambrano L, 2023

4.1.1.2 *Clima*

En la parroquia se logran identificar cuatro tipos de climas que definen las características del territorio, en el cual el 62.80% del territorio se localiza bajo la influencia del clima Ecuatorial de Montaña, el 28.16% por clima Nival el cual es influenciado por la presencia del Nevado el Altar, el 9.01% influenciado por el Ecuatorial Mesotérmico semihúmedo y el 0.04% el clima Ecuatorial Mesotérmico Seco, cabe mencionar que es este tiene una extensión que es mínima por lo cual no

influye en la parroquia ya que se encuentra en las laderas del río Chambo el cual colinda con Riobamba por la parte del sector de Pucara.

4.1.1.3 Suelo

Según la información obtenida del Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia Santiago de Quimiag, (2019) para el 2015 el uso del suelo de la parroquia tuvo tres puntos relevantes a considerar. En primer lugar, se tiene a la superficie del suelo destinada al cultivo de pastos para el desarrollo de negocios de lecheras y queseras por lo cual se requería el incremento de pasto para el ganado por lo que aproximadamente un 36,6% del suelo está destinado para las actividades agropecuarias, luego se tiene la zona de páramo que hasta entonces representaba 23,4%, sin embargo, la tala ha generado una degradación y pérdida de la misma, el 10.9% representa a la superficie destinada para cultivo, entre otros usos del suelo. Cabe mencionar que los cultivos representativos de la parroquia son papas, maíz, habas y mellocos.

4.1.2 Medio biótico

4.1.2.1 Flora

En la parroquia en la zona de páramo existen 30 especies de flora representadas en su mayoría vegetación arbórea y herbácea con 13 especies, las cuales se utilizan para la obtención de leña y medicina (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag 2019).

La mayoría de las especies de flora presente en las zonas de ríos y quebradas presentan una vegetación herbácea de 23 especies mientras que con 18 especies la arbórea, las mismas que en su mayoría se utilizan para la obtención de leña y medicina. El mayor número de especies de flora presentes en las zonas de producción son de vegetación arbustiva con 52 especies y las herbáceas con 36 especies, las cuales se las utiliza para la alimentación humana y especies de animales mayores y menores. En las zonas de bosques las especies mayoritariamente reportadas son las herbáceas con 14 especies, las arbóreas con 13 especies y las arbustivas con 11 especies de las cuales la mayoría son utilizadas para medicina y leña.

En la parroquia existen 257 especies de flora en los diferentes asentamientos humanos de las cuales el 24,9% se utilizan para la alimentación humana, 14,8% para alimentación de especies menores, 13,2% para alimentación de especies menores, 26,8% para medicina 15,6% para leña y 4,7% para la construcción.

A continuación, se muestra en la tabla 4-2 las especies de flora perteneciente al Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag para el año 2022.

Tabla 4-2: Flora del Ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes.

N°	Nombre científico	Genero	Familia
1	<i>Calamagrostis intermedia</i>	<i>Calamagrostis</i>	<i>Poacea</i>
2	<i>Buddleja incana</i>	<i>Buddleja</i>	<i>Scrophulariaceae</i>
3	<i>Bejaria aestuans L</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Ericaceae</i>
4	<i>Agrostis stolonifera L.</i>	<i>Agrostis</i>	<i>Poacea</i>
5	<i>Monnina salicifolia</i>	<i>Monnina</i>	<i>Polygalaceae</i>
6	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Plantago</i>	<i>Plantaginaceae</i>
7	<i>Agrostis breviculmis</i>	<i>Agrostis</i>	<i>Poaceae</i>

Realizado por: Zambrano L, 2023

Esta información fue obtenida del inventario de flora del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes realizado en conjunto con el proyecto de Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag, GIADE-ESPOCH que se encuentra aún en ejecución.

4.1.2.2 Fauna

En la parroquia las especies de fauna que se encuentran presentes en las zonas de páramo son 12 mamíferos, 12 aves, tres anfibios y reptiles y una especie de pez. Representando una variedad de fauna en las zonas de páramo, contando con este potencial la parroquia de Quimiag.

La mayoría de las especies de fauna presentes en las zonas de ríos y quebradas son aves con 16 especies, mamíferos con 13 especies, cuatro especies en reptiles y anfibios y una especie de pez ascienden a un total de 34 especies que habitan en zonas de ríos y quebradas. Las especies de fauna presentes en las zonas de producción son los mamíferos con 14 especies, 11 especies de aves, una de reptiles. El uso principal es para la alimentación humana. El mayor número de especies encontradas en las zonas de bosque están las aves con 7 especies, cuatro mamíferos, dos especies de anfibios y una de reptil. El uso principal es la alimentación.

A continuación, se muestra en la Tabla 4-3 las especies de fauna que se encuentran presentes en Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes de la parroquia Santiago de Quimiag para el año 2022.

Tabla 4-3: Fauna del Ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes

N°	Especie	Nombre científico	Familia
1	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	<i>Cricetidae</i>
2	Ratón arrocero altísimo	<i>Microryzomys altissimus</i>	<i>Cricetidae</i>
3	Ratón andino de páramo	<i>Thomasomys paramorum</i>	<i>Cricetidae</i>
4	Ratón andino de punta blanca	<i>Thomasonys candivarius</i>	<i>Cricetidae</i>
6	Conejo Andino	<i>Sylvilagus andinus</i>	<i>Leporidae</i>
7	Zarigüeya andina de orejas blancas	<i>Didelphis pernigra</i>	<i>Didelphidae</i>

Realizado por: Zambrano L, 2023

Esta información fue obtenida del inventario de fauna del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes realizado en conjunto con el proyecto de Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag, GIADE-ESPOCH que se encuentra aún en ejecución.

4.1.3 Medio socioeconómico

4.1.3.1 Población

De acuerdo con los datos estadísticos del INEC 2010, en las edades de 15 a 29 años en la parroquia cuentan con una población de 1348 habitantes, le sigue la edad comprendida entre 30 y 40 con 1 008 habitantes, con lo que respecta a las edades de 50 y 64 existen 726 pobladores, la tercera edad comprende 648 habitantes, de 10 a 14 años existen 554 habitantes y menores de un año 75 niños. Distribución de la población de la parroquia Quimiag según el rango de edad.

Tabla 4-4: Población de la parroquia según las edades.

Edad	Total
(-)1 Año	75
1- 9 Años	898
10-14 Años	554
15-29 Años	1348

30-49 Años	1008
50-64 Años	726
(+) 65 Años	648
Total	5257

Fuente: Censo Nacional INEC 2010

Realizado por: Zambrano L, 2023

La parroquia de Quimiag en la actualidad está conformada por 31 asentamientos humanos, entre los cuales se encuentran: el centro parroquial, barrios, comunidades y cooperativas. El centro parroquial cuenta con un total de 175 pobladores. Entre los barrios, Guabulag La Joya es el más representativo con 164 pobladores. Entre las comunidades, Balcashi sobresale con 512 pobladores y en las cooperativas, El Toldo con 103 pobladores. La comunidad con mayor presencia de adultos mayores, de 65 años en adelante, es Guazazo. La comunidad con mayor presencia de jóvenes entre 10 y 29 años es Balcashi con 203 jóvenes. El total de los pobladores en la parroquia de Quimiag es de 4873 según el censo parroquial. Esta información ha sido levantada con la participación de los dirigentes de cada asentamiento humano y el equipo técnico del GADPR Quimiag a través de un censo parroquial.

4.1.3.2 *Educación*

La disponibilidad de instituciones de educación en la parroquia se encuentra distribuidas en 16 Asentamientos Humanos, en total suman 17 instituciones educativas de las cuales todas son fiscales. La oferta académica es preescolar, primaria, ciclo básico y bachillerato con jornada matutina y vespertina, en cuanto al idioma en las instituciones, 12 son hispanas y 5 bilingües.

4.1.3.3 *Economía*

La población Económicamente Activa de la parroquia Quimiag durante las tres últimas décadas ha variado significativamente, según la rama de actividad el 83% se dedica a actividades agropecuarias y según los grupos de ocupación la población en condiciones de ocupación están dentro de la agricultura y ganadería lo que esto evidencia es que la población en su mayor parte de dedican a la producción de la tierra y la ganadería de leche, según los datos consolidados.

Los sectores económicos identificados en el territorio son claramente definidos por las actividades económicas de los habitantes de la parroquia y por los emprendimientos que se van desarrollando, como se visualiza en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Sectores económicos de Quimiag.

Sector	Actividades
Primario	Agricultura y ganadería
Secundario	Generación de energía eléctrica, panaderías, queseras, mecánica industrial
Terciario	Servicios financieros, almacenes de productos agroquímicos, emprendimientos turísticos, tiendas comunitarias

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago Quimiag, 2019, p. 98

Realizado por: Zambrano L, 2023



Ilustración 2-4: Actividades ganaderas.

Realizado por: Zambrano L, 2023

La elaboración de diagnóstico ambiental formo parte de la fase inicial para el desarrollo del plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes, fue una herramienta útil que permitió elaborar un diagnóstico de las condiciones en las que se encuentra el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes que es parte de los ecosistemas que pertenecen a la parroquia Quimiag. Para realizar esta actividad dentro de la investigación, se adquirió la información más actualizada que es el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del año 2019-2023 de la parroquia Santiago de Quimiag, adicionalmente se obtuvo información proporcionada por personas perteneciente al lugar de estudio.

4.2 Inventario del recurso hídrico superficial del ecosistema “Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes”

La información obtenida del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Santiago de Quimiag (2019-2023), las visitas In situ y las observaciones permitieron definir que las fuentes superficiales tanto naturales como antropogénicas presentes en el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.

Tabla 4-6: Inventario de las fuentes de agua superficiales del ecosistema.

Fuente superficial natural	Cantidad	Nombre
Ríos	1	Río Chambo
Vertientes	5	Vertientes de las comunidades: Puculpala, Pucara, San Pedro de Iguazo Río Blanco y Chañag San Francisco
Quebradas	1	Quebrada Puchucal
Fuente superficial antropogénica	Cantidad	Nombre
Canal	1	Sistema de Riego Quimiag – Chambo

Realizado por: Zambrano L., 2023

4.3 Análisis de la calidad del agua

4.3.1 Puntos de muestreo

Los tres puntos de muestreo: la zona superior (AsMn01-01, AsMn01-02, AsMn01-03), zona media (AsMn01-04, AsMn01-05, AsMn01-06) y la zona baja (AsMn01-07, AsMn01-08 y AsMn01-09) se evidencian en la tabla 4-7 con sus respectivas coordenadas

Tabla 4-7: Abreviatura de codificación de las muestras y ubicación de los puntos de muestreo del ecosistema

Zona	Código de Muestra	Coordenadas		Altura m.s.n.m
		X	Y	
Superior	AsMn01-01	770108	9814552	3107
	AsMn01-02	768141	9813619	3117
	AsMn01-03	768157	9813610	2994
Media	AsMn01-04	768412	9813488	2974
	AsMn01-05	768377	9813527	2907
	AsMn01-06	768443	9813431	2900
Baja	AsMn01-07	768357	9813024	2880
	AsMn01-08	768388	9812959	2820
	AsMn01-09	769177	9812451	2835

Realizado por: Zambrano L., 2023

4.3.2 *Comparación de los valores obtenidos del análisis de laboratorio con la normativa vigente*

En el presente trabajo se tomaron muestras en la parte superior, media y baja del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes con sus respectivas repeticiones se analizaron y al obtener los resultados se compararon con los valores límites permisibles establecidos en las tablas 1 y 2 del Acuerdo ministerial 097-A (Anexo A y B).

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos son elementos que intervienen en la dinámica de los recursos hídricos superficiales, los cuales confieren características esenciales y únicas a las fuentes de agua. Los parámetros analizados fueron 22 en total, siendo uno de ellos microbiológico, cuatro físicos y 17 químicos.

En la Tabla 4-8 se resume el comportamiento de las variables físicas, químicas y microbiológicas en cada punto de muestreo como es la zona superior, media y baja del ecosistema (Anexo G se presenta el detalle completo de la tabla en la cual se evidencian los valores los puntos de muestreo del ecosistema con sus respectivas repeticiones).

Tabla 4-8: Valor promedio de las características físicas, químicas y microbiológicas de cada punto de muestreo del Ecosistema.

Parámetros	Unidades	Puntos de muestreo			Valores límites permisibles	
		Superior	Medio	Bajo	Tabla 1	Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	<0,3	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100MI	<1	<1	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	15,67	10	8,33	75	-
Fluoruro	mg/L	0,56	0,21	0,10	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,05
Demanda química de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<4	40
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	20
Hierro total	mg/L	0,15	0,12	0,07	1	-
Nitratos	mg/L	<2,5	<2,5	<2,5	50	13
Nitritos	mg/L	<0,012	<0,012	<0,012	0,2	0,2
Potencial Hidrógeno	uni pH	6,57	6,34	7,11	6 y 9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	<5	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,01
fenoles	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	<0,11	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,30	6,97	6,30	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	11,33	10,67	13	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	193,80	139,40	174,43	-	-
Turbiedad	UNT	4,18	2,77	3,64	100	-

Realizado por: Zambrano L, 2023

Las características físicas, químicas y microbiológicas de los tres puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa (Acuerdo

Ministerial 097-A). Los estudios demostraron que 15 parámetros identificados como: Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Arsénico, Demanda química del oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Hierro total, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos y Amoniaco, se encuentran muy por debajo de los límites permisibles como se indica en la tabla 4-8, sin embargo, los otros 7 parámetros identificados como color real, fluoruro, potencial hidrogeno (pH), Oxígeno disuelto, Sólidos suspendidos, Conductividad eléctrica y turbiedad, presentaron variaciones entre las diferentes muestras de cada zona del ecosistema, pese a ello también se encuentran en los límites máximos permisibles. Es importante mencionar que no todas las muestras provienen de la misma fuente superficial.

El color real el valor más alto alcanza los 15,67 Uni Pt-Co localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo es de 8,33 Uni Pt-Co se encuentra en la parte baja del ecosistema, el aumento o disminución de esta característica física del agua estaría relacionada con la presencia de materia orgánica específicamente de ácidos húmicos y fúlvicos relacionados con la humificación del suelo que han sido arrastrados con la corriente debido a las precipitaciones que se presentan a menudo en el ecosistema.

El fluoruro asimismo tuvo diversidad en los resultados obtenidos, el valor más alto se encuentra localizado en la zona superior del ecosistema con 0,56 mg/L y el valor más bajo obtenido es de 0,10 mg/L localizado en la parte baja del ecosistema, una de las razones por las que analizaron los iones encontrados en las muestras es porque el agua de la parroquia proviene de vertientes naturales y de deshielos del volcán Altar, por lo que, cuando empieza el recorrido el agua puede pasar por depósitos del elemento mencionado o por compuestos similares, una parte de ellos se disuelve en el agua y pueden ser arrastrados.

El pH también presentó variaciones en las muestras, el valor más alto fue de 7,11 perteneciente a la zona baja del ecosistema y 6,34 de la zona media del ecosistema, y una de las causas de la variabilidad se debe a que se encuentran en el ecosistema diferentes especies de flora y fauna, estos valores obtenidos se encuentran en el rango de 6-8,5 que favorecen los procesos biológicos.

El oxígeno disuelto perteneciente a las muestras el valor más alto fue de 7,30 mg/L perteneciente a la zona superior y 6,30 mg/L de la zona baja del ecosistema, a pesar de la variabilidad cumple con la normativa (Acuerdo Ministerial 097-A) porque son valores mayores a 6, por lo tanto, no representa peligro para la vida acuática.

Los valores del parámetro sólidos suspendidos totales, existen variabilidad en los resultado, el valor más alto encontrado es de 13 mg/L perteneciente a la parte baja del ecosistema y el valor más bajo encontrado es de 10,67 mg/L está en la zona media del ecosistema, la causa más frecuente para que se encuentren presentes los sólidos en el agua es debido a las actividades agropecuarias que se dan en la zona generando residuos y partículas que pueden llegar a las fuentes de agua.

Los valores del parámetro conductividad eléctrica presentó variabilidad en los resultados, siendo el mayor de 193,80 us/cm localizado en la parte superior del ecosistema, mientras que el valor más bajo con un valor de 139,40 us/cm está localizado en la parte media del ecosistema, pese a las diferencias entre los valores se encuentran en el rango óptimo de 50-500 us/cm que indica que el agua dulce presenta la cantidad normal de iones disueltos.

Los valores del parámetro Turbiedad también presentó variabilidad de resultados, indicando que el valor más alto encontrado es de 4,18 UNT localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo es de 2,77 UNT localizado en la parte media del ecosistema, estos valores indican que el agua presenta un nivel bajo de turbidez ya que el valor máximo permisible es de 100 UNT.

4.3.3 Análisis de resultados del índice de calidad del agua (ICA-NSF) para los puntos muestreados

Se obtuvieron los índices de calidad aplicando la ecuación (1) los cuales indican la sumatoria de los valores de los 9 parámetros medidos en los 3 puntos de muestreo correspondientes a cada zona del ecosistema (superior, media y baja).

Tabla 4-9: Valores obtenidos del cálculo ICA-NSF.

Resultado de los puntos de muestreo									
Parámetro	Superior			Medio			Bajo		
	AsMn 01-01	AsMn 01-02	AsMn 01-03	AsMn 01-04	AsMn 01-05	AsMn 01-06	AsMn 01-07	AsMn 01-08	AsMn 01-09
pH	5	6	7	4	3	7	9	9	8
OD	-22	-22	-22	-22	-22	-23	-23	-23	-23
DBO ₅	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CF	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Nitratos	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Fosfatos	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Temperatura	7	7	7	6	6	6	6	6	6

Turbidez	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SDT	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ICA (puntaje de 100)	49	50	51	47	46	50	52	52	51
Promedio	50			48			52		

Realizado por: Zambrano L, 2023

En general, de acuerdo con el análisis del Índice de calidad del agua (ICA-NSF) de los puntos muestreados con sus respectivas repeticiones la zona superior y media con valores correspondientes a 50 y 48 respectivamente representan una “mala calidad”, la zona baja tiene un valor de 52 que corresponde una calidad media o regular.

Según las repeticiones se obtuvo que los valores correspondientes a las muestras AsMn01-01, AsMn01-02, AsMn01-04, AsMn01-05 y AsMn01-06 nos indica que las muestras tomadas fuentes de agua de la zona superior y media del ecosistema son de “mala calidad” al estar en el rango de 26-50, y en cuanto a los puntos AsMn01-03, AsMn01-07, AsMn01-08 y AsMn01-09 presentaron una “calidad media o regular” al encontrarse en el rango establecido de 51-70.

Tabla 4-10: Análisis del índice de calidad según el uso del agua.

ÍNDICE DE CALIDAD DE ACUERDO AL USO DE AGUA					
ICA Según los puntos de muestreo 46-52	Criterio general	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industria y Agrícola
	Contaminado	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable pero no recomendable	Dudoso especies sensibles	Sin tratamiento para la industria normal

Realizado por: Zambrano L, 2023

Con relación al valor del ICA analizado en cada muestra y acorde a las escalas de clasificación del uso del agua, en donde se analizan las características del agua y propiedades físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes superficiales, las muestras tomadas en la zona superior, media y baja del ecosistema: AsMn01-01, AsMn01-02, AsMn01-03, AsMn01-04, AsMn01-05, AsMn01-06, AsMn01-07, AsMn01-08 y AsMn01-09, como se mencionó se encuentran en dos rangos diferentes que es de 26-50 que nos indica “mala calidad” y 51-70 “calidad media”, sin embargo, el rango en que se encuentran los valores del ICA-NSF de las 9 muestras es 46-52, en base a estos valores se dice que el agua para uso considerado de manera general se encuentra contaminada, para abastecimiento público requiere de mayor necesidad de tratamiento el agua para ser apta para consumo humano, para recreación es aceptable pero no recomendable en deportes acuáticos y se

debe tener precaución si se ingiere dada la presencia de bacterias, para pesca y vida acuática el agua se considera dudoso para especies sensibles, finalmente en la industria y agricultura el agua de estudio es usada sin tratamiento y son utilizadas en la mayoría de cultivos.

4.4 Propuesta del plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes

Objetivos del plan de acción

General

- Proponer acciones correctivas que ayuden con la conservación del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.

Específicos

- Coordinar con las instituciones públicas y los representantes de las comunidades del ecosistema talleres de capacitación de educación ambiental tanto en la parte teórica como práctica.
- Incorporar en cada una de las comunidades del ecosistema la conciencia del uso adecuado y racional de los recursos naturales, en particular del recurso hídrico.
- Promover la formación de valores, actitudes, técnicas y normas de comportamiento, hábitos y costumbres, individuales y colectivas, que favorezcan la recuperación y conservación del ecosistema, así como el uso eficiente y racional de los recursos naturales.



PROPUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN PARA PRESERVAR EL ECOSISTEMA ARBUSTAL SIEMPREVERDE MONTANO DEL NORTE DE LOS ANDES

Objetivo 1	Coordinar con las instituciones públicas y los representantes de las comunidades del ecosistema talleres de capacitación de educación ambiental tanto en la parte teórica como práctica.			
Código	Acciones	Responsable de su puesta en marcha	Organismos implicados	Periodicidad/ Duración/ revisión
Ac-01	Elaborar un plan de trabajo en el que se especifiquen: objetivos, alcance, estrategias y responsables para la elaboración y aplicación de talleres de educación ambiental.	Presidente GAD Parroquial Rural Quimiag, vocales principales y Miembros del Consejo de Planificación Parroquial	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	6 meses
Ac-02	Establecer convenios de cooperación interinstitucional con el sector público (Ministerio de Educación, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica- MAATE), sector privado y ONG´s. El propósito de estas alianzas estará centrado en establecer módulos académicos de estudios, así como	Presidente del GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) Parroquial Rural Quimiag	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	6 meses

	actividades que fomenten y desarrollen bases en Educación Ambiental.			
Ac-03	Elaboración de estrategias de gestión para la conservación de los ecosistemas mediante mesas de trabajo.	Presidente GAD Parroquial Rural Quimiag, vocales principales y Miembros del Consejo de Planificación Parroquial	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	1 mes
Ac-04	Capacitar a las comunidades sobre las diferentes técnicas agrícolas sostenibles como la construcción de terrazas para evitar pérdida de suelo, producción orgánica de alimentos, enriquecimiento del suelo con insumos orgánicos que puede ser preparado por cada agricultor (biofertilizantes, bocashi, abonos orgánicos, entre otros) para evitar plagas, uso de plaguicidas orgánicos, entre otros.	Presidente GAD Parroquial Rural Quimiag, vocales principales y Miembros del Consejo de Planificación Parroquial	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	1 mes
Objetivo 2	Incorporar en cada una de las comunidades del ecosistema la conciencia del uso adecuado y racional de los recursos naturales, en particular del recurso hídrico.			

Ac-04	Coordinar con los representantes de las comunidades las capacitaciones del uso mejorado de los recursos, energías alternativas y agricultura sostenible.	Presidente GAD Parroquial Rural Quimiag y Miembros del Consejo de Planificación Parroquial	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	Trimestral
Ac-05	Socialización de estrategias para conservar la naturaleza con el objetivo de formar alianzas con las comunidades locales.	Representantes de las comunidades	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	1 mes
Ac-06	Regulación y control del uso del agua presente en el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.	Presidente GAD parroquial y representantes de las comunidades	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	Anual/continuo
Ac-07	Realizar monitoreos de agua para analizar si el nivel de contaminación de las fuentes superficiales y dar le tratamiento al agua que es destinada para el consumo humano.	Presidente GAD parroquial y representantes de las comunidades	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	Anual
Objetivo 3	Promover la formación de valores, actitudes, técnicas y normas de comportamiento, hábitos y costumbres, individuales y colectivas, que favorezcan la recuperación y conservación del ecosistema, así como el uso eficiente y racional de los recursos naturales.			

Ac-08	Reducir la introducción de especies de flora y fauna en el ecosistema porque así se logrará disminuir el desplazamiento o desaparición de especies autóctonas.	Presidente GAD parroquial y representantes de las comunidades	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	Anual/continuo
Ac-09	Control de la deforestación mediante la correcta coordinación entre las políticas de la industria maderera, del sector de la agricultura, de la ordenación del territorio y los bosques.	Presidente GAD parroquial y representantes de las comunidades	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	Anual/continuo
Ac-10	Reforestación y cuidado de árboles nativos en las zonas ribereñas del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.	Presidente GAD parroquial y representantes de las comunidades	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Quimiag	Anual

Realizado por: Zambrano L, 2023

CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación del recurso hídrico superficial del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes, parroquia Santiago de Quimiag, cantón Riobamba porque es esencial para mejorar calidad y uso del agua en la zona. En general, la evaluación del recurso hídrico superficial es fundamental para el manejo adecuado de los recursos naturales y para asegurar un futuro sostenible para la zona y sus habitantes.
- Se estableció el inventario del recurso hídrico superficial teniendo un total de 7 fuentes superficiales naturales y una fuente antropogénica dentro del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes. Esto permitió conocer la cantidad, calidad y distribución del recurso hídrico superficial en el ecosistema, lo que ayuda a entender mejor su funcionamiento y a tomar decisiones informadas sobre su uso y conservación.
- Se determinó la calidad del agua proveniente de la zona superior, media y baja del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes en base a los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos demostraron que los tres puntos de muestreo cumplen con la normativa vigente (Acuerdo Ministerial 097-A), y según la estimación del índice de calidad del agua ICA-NSF se obtuvo que la zona superior presento valores en un rango de 49-51, la zona media de 46-50 y la zona baja 51-52, por lo que en la zona superior y media presentaron una mala calidad y la zona baja tuvo una calidad media, por lo tanto, el agua de uso público requiere de tratamiento para ser apta para consumo humano.
- Se propuso un plan de acción para preservar el Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes en el que se incluyen acciones que contribuyen con la gestión adecuada del recurso hídrico, lo que puede ayudar a asegurar su disponibilidad para las generaciones futuras y para mantener el equilibrio ecológico del ecosistema.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda aplicar una comparativa entre el método de valoración Índice de Calidad de Agua *ICA-NSF* y el método biológico como es la estimación del Índice de Calidad del Agua mediante macroinvertebrados (*Biological Monitoring Working Party – BMWP*).
- Se debe considerar realizar una valoración económica y ambiental para implementar un sistema de protección y cuidado del recurso hídrico superficial del ecosistema.
- A las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Santiago de Quimiag deben tomar medidas para lograr disminuir el aumento de la frontera agropecuaria y la deforestación especialmente en las zonas que corresponden a la parte superior y media del ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

ACUERDO MINISTERIAL. 097-A, 2015. *Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.*

ACUERDO MINISTERIAL NO. 061, 2015. *Acuerdo Ministerial No. 061: Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria.*

ALBERTO, M; et al. Diagnóstico de la calidad de agua en época seca en el canal principal del Río Jiboa y Propuesta de mitigación de fuentes contaminantes en una zona crítica (Trabajo de titulación). [En línea] Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 2005. pp. 76-82 [Consulta: 30 de enero 2023]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1719>.

ALFONSO, F; et al. Plan de Acción para la Conservación de los Primates del Ecuador. [En línea] Ministerio del Ambiente (MAE)/Grupo de Estudio de Primates del Ecuador (GEPE)/Asociación Ecuatoriana de Mastozoología (AEM), Quito, Ecuador. 2018. p.21 [Consulta: 30 de octubre 2022]. Disponible en: https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/plan_de_acción_para_la_conservación_de_primates_ecuador.pdf.

AMEZQUITA, D., & GUZMÁN, G. Apoyo al desarrollo de las actividades del plan de acción 2018 en lo relacionado con los programas de uso eficiente del agua y uso eficiente de la energía del plan institucional de gestión ambiental de la Contraloría de Bogotá D.C. [En línea] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. 2018. p.23 [Consulta: 22 de enero 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/14059>.

ANDRADE, W., & TALBOT, F. Influencia de la construcción de la represa en la protección hidrológica de la microcuenca del río Grande (Trabajo de titulación). [En línea] Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí «Manuel Félix López», Calceta, Ecuador. 2018. pp. 25-26 [Consulta: 30 de octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/797/1/TTMA1.pdf>.

APHA. *Stándar Methods for the Examination of Water and Waster.* 2017. Washington Dc.

ARIZAGA, J. Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Vinces (Trabajo de titulación). [En línea] Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2016. pp. 19-22. [Consulta: 29 de enero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15356>.

AZEVEDO, R; et al. "Eco-hidrologia integrada ao manejo dos recursos hídricos em áreas úmidas: caso do Banhado do Taim, RS". Engenharia Sanitaria e Ambiental [en línea], 2019, (Brasil) 24 (1), pp. 187-197. [Consulta: 25 de octubre 2022]. ISSN 1413-4152. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/esa/a/htxMQqZCzGmRdhZRzYbrmC/abstract/?lang=pt>.

BENÍTEZ, M. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) como herramienta para contribuir al proceso de adaptación del Cambio Climático en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira (Trabajo de titulación). [En línea] Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador. 2018. pp.16-18 [Consulta: 24 de enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6438/1/T2746-MCCNA-Benitez-La%20gestion.pdf><http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6438/1/T2746-MCCNA-Benitez-La%20gestion.pdf><http://hdl.handle.net/10644/6438>.

BRIAN, O. Phosphate in Water. Water Research Center [en línea]. 2019 [Consulta: 18 de diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.water-research.net/index.php/phosphate-in-water>.

BROWN, R. A Water Quality Index - Do We Dare? Water and Sewage Works. 1970.

BUCHER, E; et al. *Conservación de ecosistemas de agua dulce: Hacia una estrategia de manejo integrado de recursos hídricos* [en línea]. Washington, D. C: Academia. 1997. [Consulta: 19 de agosto 2022]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Conservación-de-ecosistemas-de-agua-dulce-Hacia-una-estrategia-de-manejo-integrado-de-recursos-hídricos.pdf>.

CAHO, C., & LÓPEZ, E. "Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI". *Producción + Limpia* [en línea], 2017, (Colombia) 12 (2), pp. 35-49. [Consulta: 23 de noviembre 2022]. ISSN 19090455. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>.

CAMPOS, C. Indicadores de contaminación fecal en aguas. En: S. DELGADO, D. GARRIDO y C. DELGADO (eds.), *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas* [en línea]. México, México: Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA-CYTED) y Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIRA-UAEM), 2003. [Consulta: 18 de diciembre 2022]. Disponible en: http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf.

CAMPOS, E. Valoración Económica Del Servicio De Producción Hídrica De La Microcuenca Del Río Blanco (Trabajo de titulación). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 25-26 [Consulta: 29 de enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8070>

CARRILLO, L. Evaluación de la calidad físicoquímica, microbiológica y parasitológica del agua utilizada en las queseras ubicada en la parroquia de Quimiag en el cantón Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 91-92. [Consulta: 16 de noviembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9015>

CARVAJAL, A; et al. *Métodos analíticos para la evaluación de la calidad físicoquímica del agua*. [en línea]. Manizales, Colombia: Blanecolor Ltda. 2010. [Consulta: 18 diciembre 2023]. ISBN 9789588280394. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54604>.

CASTELLANO, J., & GUERRERO, P. Evaluación del índice de calidad de agua (ICA) de la microcuenca del Río Chibunga, en variaciones estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante el periodo 2014 (Trabajo de titulación). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 46-47. [Consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4077>.

CEVALLOS, C. Evaluación de la huella hídrica azul de la ciudad de Riobamba, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, Ecuador. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa, Riobamba, Ecuador. 2019. [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/340353>.

CHAGÑAY, V., & RICAURTE, P. Plan de protección de las microcuencas Maguazo y Bocatoma como fuentes de captación de agua potable para la ciudad de Riobamba. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 91-92. [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4607>.

CHÁVEZ, J. Determinación de la calidad del agua del río Maguazo por medio del Método WQI en el periodo abril a junio del 2016. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. [Consulta: 22 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6229>.

CHUNCHO, C., & CHUNCHO, G. "Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión". *Bosques Latitud Cero* [en línea], 2019, (Ecuador) 9(2), pp. 71-83. [Consulta: 12 enero

2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/344180955>.

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE. *Código Orgánico Del Ambiente.* 2017.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008. *Constitución de la República del Ecuador 2008.*

CUADRADO, G; et al. "Valoración económica del servicio de producción hídrica de la Microcuenca del Río Blanco". Sathiri [en línea], 2018, (Ecuador) 13(2), pp. 168-177. [Consulta: 6 diciembre 2022]. ISSN 1390-6925. Disponible en: <http://orcid.org/0000-0002-9134-0195>.

CURIPOMA, S; et al. "Evaluación De La Diversidad Florística De La Quebrada Shullum, Bosque Protector Ilaló, Ecuador". Axioma - Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social [en línea], 2021, (Ecuador) 1(24), pp. 57-63. [Consulta: 9 agosto 2022]. ISSN 1390-6267. Disponible en: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i24.631>.

ECOFUIDOS INGENIEROS SA. Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. [en línea]. 2012 [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>.

FAO. AQUASTAT Perfil de País - Ecuador. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [en línea]. 2015. Italia, Roma: [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA0573ES/>.

FERNANDEZ, G., & TUSO, W. Diseño de una planta de agua potable para la población de Mulaló, provincia de Cotopaxi. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito, Ecuador. 2020. pp. 29-38. [Consulta: 24 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18503%0Ahttp://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>.

FREIRE, R; et al. "Evaluación de la calidad del agua del Río Chambo en época de estiaje utilizando el índice de calidad del agua ICA-NSF". PERFILES [en línea], 2020, (Ecuador) 1(23), pp. 54-60. [Consulta: 20 agosto 2022]. ISSN 2477-9105. Disponible en: <http://ceaa.espe.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles23Art8.pdf>.

GIL, J; et al. "Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela". Anales

Científicos-UNALM [en línea], 2018 (Venezuela) 79(1) pp. 111-119. [Consulta: 22 enero 2023]. ISSN 0255-0407. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6480001>.

GONZALES, C., & LLANOS, R. Evaluación de los efectos de la deforestación en la hidrología y pérdida lateral de carbono orgánico del suelo de la cuenca del Alto Mayo. [en línea]. Lima, Perú. 2015 [Consulta: 29 enero 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11188.65925>.

GONZÁLEZ, V; et al. "Aplicación de los índices de calidad de agua NSF , DINIUS y BMWP". *Revista Gestión y Ambiente* [en línea], 2013, (Colombia) 16(1), pp. 97-107. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169427489003.pdf>.

GRANIZO, R., & TOA, V. Determinación del índice de calidad de agua (ICA-NSF) de las fuentes de agua resultantes de un plan de manejo de páramos, parroquia Sucre, cantón Patate [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador. 2020. pp. 22-35. [Consulta: 30 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/734/T.AGROP.B.UEA.1159.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GUEVARA, M. Evaluación de la calidad del agua mediante macro invertebrados en el tramo padre caollopaus de la microcuenca hidrográfica del Río Blanco [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. p.31. [Consulta: 29 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8765/1/33T0187.pdf>.

HOYOS, M; et al. "Evaluación Del Recurso Hídrico Superficial En La Subcuenca Hidrográfica Del Río Frío En El Departamento De Cundinamarca: Oferta, Demanda Y Calidad Del Agua". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], 2018, (Colombia) 9(1), pp. 127-136. [Consulta: 20 agosto 2022]. ISSN 2145-6097. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2075/2820>.

HURTADO, P., y SILVA, J. Evaluación de la calidad del agua superficial a través de los índices ICA, ICOMI, ICOMO e ICOSUS. Caso de estudio: microcuenca del río Guachicos, fuente abastecedora del acueducto del municipio de Pitalito-Huila [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Colombia. 2022. pp. 19-20. [Consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/50385>.

IDEAM. Estudio Anual del Agua 2018. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [en línea]. Bogotá, Colombia. 2019. [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf.

JAPA, J.2021. Evaluación De La Calidad Del Agua Del Río Yuquipa, Tramo - Comunidad Sagrado Corazón, Mediante La Identificación De Macroinvertebrados Bentónicos [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 20-22. [Consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15442>.

JARAMILLO, M., & MERCHÁN, T. Evaluación de las zonas de recarga hídrica en relación a las formaciones vegetales en la parroquia Angochagua [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2018. pp. 34-35. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8654>.

LARA, N.; et al. "Recuperación de la memoria histórica de la parroquia Quimiag (Riobamba, Ecuador) a través del registro del patrimonio cultural inmaterial". Revista de Historia, Patrimonio, Arqueología y Antropología Americana [en línea], 2020, (Ecuador) 20(3), pp. 44-56. [Consulta: 14 agosto 2022]. ISSN 2697-3553. Disponible en: <http://rehpa.net/ojs/index.php/rehpa/article/view/59/95%0Ahttp://rehpa.net/ojs/index.php/rehpa/article/view/59>.

LEÓN, M. Diagnóstico de la calidad del agua de la microcuenca del río Congüime y diseño de una propuesta de mitigación para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (icabrown) en la provincia de Zamora Chinchipe cantón Paquisha [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2014. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2256/1/T-UCE-0012-296.pdf>.

LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. *Ley Organica de Recursos Hidricos Usos y Aprovechamiento del Agua.* 2014.

LOGROÑO, J. Diagnostico y Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca del Río Totoras, Parroquia San Juan, Cantón Riobamba, Provincia, de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. [Consulta: 23 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6658>.

LÓPEZ, G; et al. "Uso de un sistema de ahorro de agua para conservar ecosistemas para el

recurso hídrico". *Tecnología y Ciencias del Agua* [en línea], 2015, (México) 6(6), pp. 125-135. [Consulta: 19 agosto 2022]. ISSN 0187-8336. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000600125.

MARTÍN, M. Selección del punto de muestreo en aguas continentales superficiales. *Escuela de Ingeniería y Medio Ambiente* [en línea]. 2018. [Consulta: 23 diciembre 2022]. Disponible en: <http://eimaformacion.com/seleccion-del-punto-de-muestreo-en-aguas-continentales-superficiales/>.

MARTÍNEZ, M., & OSORIO, A. "Validation of a method for real color analysis in water". *Facultad de Ciencias* [en línea], 2018, (Colombia) 7(1), pp. 143-155. [Consulta: 30 enero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.68086>.

MEDINA, D. Ecología del paisaje para la conservación de las microcuencas: Chalpi y Victoria [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Tecnológica Indoamericana, Quito, Ecuador. 2022. pp. 17-52. [Consulta: 29 octubre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2707>.

MINAYA, R. Parámetros Físicos, Químicos, Microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, Época de Transición creciente-vacante. [en línea]. 2017. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4690>.

MINISTERIO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE PROVINCIA DE MISIONES. Plan estandarizado de muestreos de calidad de agua superficial. [en línea]. Argentina. 2014 [Consulta: 29 enero 2023]. Disponible en: http://www.huellasmisioneras.org.ar/assets/files/PlanEstandarizado_de_Muestreo_de_Agua.pdf.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental* [en línea]. Quito, Ecuador. 2013. pp. 1-235. [Consulta: 4 agosto 2022]. ISBN 2013206534. Disponible en: <https://app.sni.gov.ec/snmlink/sni/PDOT/NIVELNACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>.

MORENO, M; et al. "El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular". *Revista chilena de nutrición* [en línea], 2015, (Chile) 42(2), pp. 199-205. [Consulta: 23 diciembre 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717->

75182015000200013.

NTE-INEN 1108, 2011. *Agua Potable. Requisitos.*

NUÑEZ, M., & CALDERÓN, C. "Uso sustentable de la Microcuenca del Río Blanco: Posibles soluciones desde un Programa de Manejo Ambiental". *ConcienciaDigital* [en línea], 2021, (Ecuador) 4(1.1), pp. 294-306. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 2600-5859. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1.1560>.

OMS. Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. Organización Mundial de la Salud [en línea]. 2018. [Consulta: 30 enero 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/7FYT>.

OPS. Tratamiento de agua para consumo humano. [en línea]. Lima, Perú. 2004. [Consulta: 29 enero 2023]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/13667949/tratamiento-de-agua-para-consumo-humano-plantas-de-filtracion->.

OSORIO, M; et al. "Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador". *Ingeniería del agua* [en línea], 2021, (Ecuador) 25(2), pp. 115-126. [Consulta: 19 enero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/ia.2021.13921>.

OSORIO, V. Documentación De La Importancia De Los Ecosistemas Naturales En La Gestión Del Riesgo [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Católica De Manizales, Manizales, Ecuador. 2018. pp. 25-26. [Consulta: 22 octubre 2022]. Disponible en: [https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2133/1/Valentina Osorio.pdf](https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2133/1/Valentina%20Osorio.pdf).

PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SANTIAGO QUIMIAG. Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Gobierno Autónomo Descentralizado De La Parroquia Santiago Quimiag. 2019. Riobamba, Ecuador.

POCHAT, V; et al. Proceso Regional de las Américas: Foro Mundial del Agua 2018: Informe regional América Latina y el Caribe: Resumen ejecutivo. Cepal [en línea]. 2018. pp. 1-18. [Consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/handle/11319/8814>.

PUCUNA, G. Determinación de la calidad del agua mediante el uso de parámetros físicoquímicos y biológicos de 8 bofedales de la Reserva de producción de fauna de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba,

Ecuador. 2020. pp. 16-17 [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14148/1/23T00774.pdf>.

RAMÍREZ, M; et al. *Contaminación de agua potable y enfermedades: causas, consecuencias y soluciones*. [en línea]. España: Avances de Investigación en Salud a lo largo del Ciclo Vital. 2018. [Consulta: 29 enero 2023]. ISBN 9788409047918. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=726133>.

RAMÍREZ, Y; et al. "Influencia de la ganadería en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia [en línea], 2018, (Colombia) 66(3), pp. 1244-1257. [Consulta: 29 octubre 2022]. ISSN 1244-1257. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n3/0034-7744-rbt-66-03-1244.pdf>.

RAMOS, L. "Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de santa marta, caribe colombiano". Digital Unal [en línea], 2018, (Colombia) 13(3), pp. 87-98. [Consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/21124/1/17411-55359-1-PB.pdf>.

REGLAMENTO A LA LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA, 2015. *Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*.

RODRÍGUEZ, J; et al. 2016. "Índices De Calidad En Cuerpos De Agua Superficiales En La Planificación De Los Recursos Hídricos". Revista Logos Ciencia & Tecnología [en línea], 2016, (Colombia) 8(1), pp. 159-167. [Consulta: 19 agosto 2022]. ISSN 2145-549X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5177/517752176015/517752176015.pdf>.

ROLDÁN, G. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP Col.* 9. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia. 2003. ISBN: 9586556719. pp. 1-141.

SAMANIEGO, E. Determinación De La Calidad Del Agua Y Elaboración De Una Propuesta De Mitigación Del Río Quebrada, Ubicado En La Parroquia De San Isidro, Cantón Morona, Provincia De Morona Santiago [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador. 2019. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13132>.

SÁNCHEZ, E. Valoración ambiental del recurso hídrico de la parroquia de Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018 [Consulta: 19 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10539>.

SIERRA, C. *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Medellín, Colombia: Ediciones de la U. 2021. ISBN 9789588692067. pp. 1-548.

TORRES, P; et al. "Aplicación de índices de calidad de agua -ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano". *Ingeniería e Investigación* [en línea], 2010, (Colombia) 30(3), pp. 86-95. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n3/v30n3a07.pdf>.

TREJO, R; et al. "Niveles de fluoruros en el agua de los pozos de la ciudad de Durango". *Tecnología y ciencias del agua* [en línea], 2015, (México) 12(3), pp. 51-57. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/776>.

UNESCO y ONU-AGUA. No dejar a nadie atrás informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019. [en línea]. París, Francia: UNESCO. 2019 [Consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>.

UNESCO y ONU-AGUA. Agua y cambio climático Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020. *UNESCO* [en línea]. Paris, Francia. 2020 [Consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: www.unesco.org/open-access/.

URIBE, E. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina [en línea]. Unión Europea. 2015 [Consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29216>.

VALENCIA, R; et al. "Cambios de uso del suelo en cuencas alto andinas y consecuencias en la disponibilidad de agua. Caso de estudio en los páramos del Nevado Cayambe, Ecuador". *Revista Politécnica* [en línea], 2014, (Ecuador) 34(1), pp. 1-9. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISSN 1390-0129. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.22d6506442a5473ab92c82b3fe1c77d5&lang=es&site=eds-live>.

VARGAS, A; et al. Plan de acción para la conservación del cóndor andino en Ecuador. [en línea]. Ecuador. 2018. [Consulta: 30 octubre 2022]. Disponible en: https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/plan_de_accion_condor_final.pdf.

VÁSCONEZ, M; et al. *Cuencas Hidrográficas* [en línea]. Cuenca, Ecuador: Abya-Yala. 2019. [Consulta: 29 enero 2023]. Disponible en: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas_hidrograficas.pdf.

VERDESOTO, S; et al. "Diagnóstico de la Gestión Administrativa de las Juntas de Agua Potable y Saneamiento del Cantón Ambato". *Revista Publicando* [en línea], 2018, (Ecuador) 14(2), pp. 264-286. [Consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/236643881.pdf>.

VILLAMAR, J. *Introducción al estudio de la bioquímica*. Alicante, España: Editorial Área de Innovación y Desarrollo. 2018. ISBN 9788494930607. pp. 1-117.

WAJARAI, J. Evaluación del balance hídrico superficial de la cuenca del río Jipijapa [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 2020 [Consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2052>.

ZURITA, E; et al. "Valoración económica ambiental del recurso hídrico, y el beneficio para los usuarios del sistema de riego Guargualla de la parroquia Licto, cantón Riobamba provincia de Chimborazo (2012-2016)". *Interconectando Saberes* [en línea], 2019, (Ecuador) 4(8), pp. 97-109. [Consulta: 23 enero 2023]. DOI 2448-8704. Disponible en: <https://doi.org/10.25009/is.v0i8.2642>.



ANEXOS

ANEXO A: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0,3
Arsénico	As	mg/L	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100mL	1000
Bario	Ba	mg/L	1
Cadmio	Cd	mg/L	0,02
Cianuro	CN ⁻	mg/L	0,1
Cobre	Cu	mg/L	2
Color	Color real	Uni Pt-Co	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/L	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/L	1,5
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	<4
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO ₅	mg/L	<2
Hierro total	Fe	mg/L	1
Mercurio	Hg	mg/L	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/L	50
Nitritos	NO ₂	mg/L	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/L	0,01
Selenio	Se	mg/L	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/L	500
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	0,2
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100

Realizado por: Zambrano L, 2023

ANEXO B: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIOS

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua salada
Aluminio	Al	mg/L	0,1	1,5
Amoníaco total	NH ₃	mg/L	-	0,4
Arsénico	As	mg/L	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/L	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/L	0,1	1,5
Bifenilos policlorados	Concentraciones de PCBs totales	µg/L	1,0	1,0
Boro	B	mg/L	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/L	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/L	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/L	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/L	0,01	0,01
Clorofenoles	-	mg/L	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/L	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/L	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/L	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/L	-	2,0
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/L	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0,3	0,3
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/L	0,3	0,3

Manganeso	Mn	mg/L	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/L	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	% saturación	0,025	0,1
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	>80	>60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/L	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/L	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/L	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/L	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/L	0,001	0,001
Potencial hidrógeno	pH	Unidades de pH	6,5 - 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/L	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/L	0,2	-
Nitratos	NO ₃	mg/L	13	200
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	40	-
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO ₅	mg/L	20	-
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L	Máximo incremento del 10% de la condición natural	

Realizado por: Zambrano L, 2023

ANEXO C: SOLICITUD DE INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE LAS FUENTES SUPERFICIALES DEL ECOSISTEMA.



Solicitud de información en el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Santiago de Quimiag para el inventario del recurso hídrico superficial del Ecosistema.

ANEXO D: GEORREFERENCIACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.



Georreferenciación de los puntos de muestreo.

ANEXO E: TOMA DE MUESTRAS DE LA ZONA SUPERIOR, MEDIA Y BAJA DEL ECOSISTEMA.



Toma de muestra en las vertientes de la comunidad puculpala y Pucara



Toma de muestra en la Quebrada Puchucal

ANEXO F: ANÁLISIS DE LABORATORIO.



Análisis de las muestras de agua realizados por el laboratorio TOX-CHEM.

ANEXO G: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE CADA PUNTO DE MUESTREO DEL ECOSISTEMA CON SUS RESPECTIVAS REPETICIONES.

Parámetros	Unidades	Puntos de muestreo								
		Superior			Media			Baja		
		AsMn01-01	AsMn01-02	AsMn01-03	AsMn01-04	AsMn01-05	AsMn01-06	AsMn01-07	AsMn01-08	AsMn01-09
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Coliformes fecales	NMP/100MI	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cianuro	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Color real	Uni Pt-Co	18	14	15	27	1	2	1	16	8
Fluoruro	mg/L	0,7	0,7	0,29	0,27	0,22	0,15	0,01	0,02	0,27
Arsénico	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Demanda química de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Hierro total	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	<0,07	<0,07	0,07	0,07
Nitratos	mg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Nitritos	mg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Potencial Hidrógeno	uni pH	6,42	6,59	6,71	6,22	6,08	6,72	7,16	7,17	6,99
Sulfatos	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cloro residual	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
fenoles	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Amoniaco	mg/L	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Oxígeno disuelto	mg/L	7,3	7,1	7,5	7,2	7,2	6,5	6,3	6,4	6,2

Sólidos suspendidos totales	mg/L	12	10	12	12	10	10	10	15	14
Conductividad eléctrica	us/cm	192,5	194,6	194,3	128,3	144,1	145,8	155,2	144,9	223,2
Turbiedad	UNT	4,11	4,17	4,27	5,11	1,16	2,03	1,97	5,05	3,9

Realizado por: Zambrano L, 2023

ANEXO H: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA ICA-NSF PARA LOS PUNTOS MUESTREADOS Y SUS RESPECTIVAS REPETICIONES.

Zona superior del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes

Obtención ICA Muestreo AsMn01-01

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,42	46	0,11	5
OD	7,3	-132	0,17	-22
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	14	74	0,1	7
TURBIDEZ	4,11	99	0,08	8
SDT	12	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				49

Realizado por: Zambrano L, 2023

Obtención ICA Muestreo AsMn01-02

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,59	55	0,11	6
OD	7,1	-132	0,17	-22
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	14	74	0,1	7
TURBIDEZ	4,11	99	0,08	8
SDT	10	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				50

Realizado por: Zambrano L, 2023

Obtención ICA Muestreo AsMn01-03

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,71	61	0,11	7
OD	7,5	-131	0,17	-22
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	14	74	0,1	7
TURBIDEZ	4,27	99	0,08	8
SDT	12	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				51

Realizado por: Zambrano L, 2023

Zona media del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes

Obtención ICA Muestreo AsMn01-04

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,22	36	0,11	4
OD	7,2	-132	0,17	-22
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	17	62	0,1	6
TURBIDEZ	5,11	98	0,08	8
SDT	12	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				47

Realizado por: Zambrano L, 2023

Obtención ICA Muestreo AsMn01-05

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,08	29	0,11	3
OD	7,2	-132	0,17	-22
DBO5	2	95	0,11	10

CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	17	62	0,1	6
TURBIDEZ	1,16	101	0,08	8
SDT	10	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				46

Realizado por: Zambrano L, 2023

Obtención ICA Muestreo AsMn01-06

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,72	61	0,11	7
OD	6,5	-134	0,17	-23
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	17	62	0,1	6
TURBIDEZ	2,03	100	0,08	8
SDT	10	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				50

Realizado por: Zambrano L, 2023

Zona baja del Ecosistema Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes

Obtención ICA Muestreo AsMn01-07

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	7,16	83	0,11	9
OD	6,3	-134	0,17	-23
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	18	58	0,1	6
TURBIDEZ	1,97	100	0,08	8
SDT	10	101	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				52

Realizado por: Zambrano L, 2023

Obtención ICA Muestreo AsMn01-08

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	7,17	84	0,11	9
OD	6,4	-134	0,17	-23
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	18	58	0,1	6
TURBIDEZ	5,05	99	0,08	8
SDT	15	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				52

Realizado por: Zambrano L, 2023

Obtención ICA Muestreo AsMn01-09

Parámetro	Resultado de muestreo	I	Wi	I.Wi
PH	6,99	75	0,11	8
OD	6,2	-135	0,17	-23
DBO5	2	95	0,11	10
CF	1	100	0,16	16
NITRATOS	2,5	87	0,1	9
FOSFATOS	0	94	0,1	9
TEMPERATURA	18	58	0,1	6
TURBIDEZ	3,9	99	0,08	8
SDT	14	100	0,07	7
Índice general de calidad del agua (puntaje de 100)				51

Realizado por: Zambrano L, 2023



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: 26 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Lissbeth Daniela Zambrano Romo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1414-DBRA-UPT-2023

