



POSGRADOS

MAESTRÍA EN
**RECURSOS
NATURALES RENOVABLES CON MENCIÓN EN
REMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL**
RPC-SO-17-NO.363-2020

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES
DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE SOCIAL Y
AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO
MINAS PARA LA GENERACIÓN DE UN PLAN DE
CONSERVACIÓN COMUNITARIO BASADO EN EL
APROVECHAMIENTO HÍDRICO SOSTENIBLE EN
LA PARROQUIA BAÑOS, AZUAY, ECUADOR

AUTORES:

XIMENA DEL ROCIO CRIOLLO PLAZA
DIEGO PAÚL NIEVES PICÓN

DIRECTOR:

FREDI LEONIDAS PORTILLA FARFÁN

CUENCA – ECUADOR
2024

Autores:



Ximena del Rocio Criollo Plaza

Tecnólogo en topografía.

Ingeniera Civil.

Candidata a Magíster en Recursos Naturales Renovables con Mención en Remediación y Restauración Ambiental por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

ximenacriollo@yahoo.es



Diego Paúl Nieves Picón

Ingeniero Ambiental.

Candidato a Magíster en Recursos Naturales Renovables con Mención en Remediación y Restauración Ambiental por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

dnievespaul@outlook.com

Dirigido por:



Fredi Leonidas Portilla Farfán

Ingeniero Agrónomo.

Licenciado en Ciencias de la Educación.

Magister en Docencia Universitaria.

Doctorado en Tecnologías Agroambientales.

fportilla@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

XIMENA DEL ROCIO CRIOLLO PLAZA

DIEGO PAÚL NIEVES PICÓN

Levantamiento de la línea base social y ambiental de la microcuenca del río Minas para la generación de un plan de conservación comunitario basado en el aprovechamiento hídrico sostenible en la parroquia Baños, Azuay, Ecuador

Dedicatoria

A mis padres Blanca y Manuel, a mi hermana Erika por su apoyo incondicional, a mis compañeros docentes y maestrantes del programa de posgrado por el compartir de esta experiencia académica.

Diego Paúl Nieves Picón.

A tres de los más bellos regalos que el Gran Dador de la vida me ha brindado, Emilia, José y Sofía. A mis raíces Cesítar y Marti, orgullo de mi alma, quienes lo han entregado todo por mí y por quienes soy quien soy. A mis tres grandes hermanos y amigos de camino en mi tránsito por este mundo, Ceci, Pablo y Fabián quienes han hecho que todos estos años viva intensamente y feliz.

Ximena Criollo Plaza.

Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a cada uno de los maestros que han sembrado de manera sabia la semilla del conocimiento en nosotros a través de este tiempo compartido en la Universidad Politécnica Salesiana.

A la dirección de nuestro tutor Dr. Freddy Portilla, quien con sus sugerencias y conocimiento supo guiarnos e incentivarlos a un continuo crecimiento.

A la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento JAAPyS Baños por habernos permitido contar con su apoyo y facilitarnos la información oportuna para llevar a buen fin este trabajo.

Al Gran Ser que siempre nos da la fortaleza para continuar por esta vida con sabiduría y perseverancia.

A nuestras familias quienes son los grandes cimientos en nuestras vidas y por quienes este crecer constante es siempre posible.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción	14
2. Determinación del problema	15
3. Objetivos	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. Marco teórico referencial.....	17
4.1 CONSERVACIÓN COMUNITARIA.....	17
4.2 JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE	18
4.3 ECOSISTEMAS PROVEEDORES DEL RECURSO HÍDRICO	20
4.3.1 BOSQUES ANDINOS.....	21
4.3.2 PÁRAMOS.....	22
4.4 AMENAZAS EN ECOSISTEMAS PROVEEDORES DEL RECURSO HÍDRICO..	24
4.5 PLAN DE CONSERVACIÓN COMUNITARIO	25
5. Metodología.....	27
5.1 SITIO DE ESTUDIO.....	27
5.2 LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE SOCIAL.....	29
5.2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE MÉTODOS PEDAGÓGICOS A ACTORES CLAVES PARA CONOCER EL ESTADO ACTUAL	29
5.2.2 DEDUCIR LAS VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTALES DENTRO DEL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA.....	29
5.3 DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE ASPECTOS AMBIENTALES	30
5.3.1 DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA.....	30
5.3.2 CALIDAD EDÁFICA.....	38
5.3.3 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FORESTAL DE LOS BOSQUES DE RIBERA.....	43

5.4	GENERACIÓN DEL PLAN DE CONSERVACIÓN COMUNITARIO PARA EL APROVECHAMIENTO HÍDRICO SOSTENIBLE	47
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
6.1	RESULTADOS.....	51
6.1.1	ANÁLISIS SOCIAL	51
6.1.2	DIVERSIDAD DE ESPECIES DE LA RIBERA.....	87
6.1.3	PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO COMUNITARIO CON ENFOQUE EN LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	89
6.2	DISCUSIÓN	104
6.2.1	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL.....	104
6.2.2	ANÁLISIS DE ASPECTOS AMBIENTALES.....	106
7.	CONCLUSIÓN	110
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
9.	ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la microcuenca del río Minas.....	27
Figura 2. Curva funcional para oxígeno disuelto expresado en porcentaje de saturación	33
Figura 3. Curva funcional para demanda bioquímica de oxígeno	34
Figura 4. Curva funcional para nitratos	35
Figura 5. Curva funcional para fosfatos	35
Figura 6. Curva funcional para pH	36
Figura 7. Curva funcional para temperatura	36
Figura 8. Curva funcional para turbidez	37
Figura 9. Diseño muestral de suelo para subcuenca del río Minas	39
Figura 10. Diagrama de método del cuarteo.....	40
Figura 11. Etiqueta para muestra de suelo.....	41
Figura 12. Subtramos para analizar la cobertura del bosque de ribera de la microcuenca del río Minas.....	47
Figura 13. la elaboración de un plan de manejo comunitario.....	48
Figura 14. Distribución de la población por sexo de la microcuenca del río Minas	51
Figura 15. Distribución de la población de la microcuenca del río Minas por rango etario.....	52
Figura 16. Pirámide poblacional de la microcuenca del río Minas.....	53
Figura 17. Actividades productivas de la población de la microcuenca del río Minas	54
Figura 18. Distribución de actividades productivas de la población de la microcuenca del río Minas por sexo	55
Figura 19. Tiempo de residencia de la población de la microcuenca del río Minas.....	57
Figura 20. Formación académica de la población de la microcuenca del río Minas.....	57
Figura 21. Resultados de la pregunta 1 de la población de la microcuenca del río Minas	58
Figura 22. Resultados de la pregunta 2 de la población de la microcuenca del río Minas	59
Figura 23. Aceptación de la población de la microcuenca del río Minas hacia la pregunta 3.....	60
Figura 24. Tipo de empresas identificadas por la población que utilizan recursos naturales dentro de la microcuenca del río Minas	61
Figura 25. Conocimiento de la población de la microcuenca del río Minas hacia la pregunta 3.2 ...	62

Figura 26. Actividades que realizan las instituciones a favor del cuidado, conservación y or la población.....	62
Figura 27. Porcentaje de la población que es propietaria del predio en la microcuenca del río Minas	64
Figura 28. Aceptación de la población de la microcuenca del río Minas hacia la pregunta 4.1.....	65
Figura 29. Actividades que son un riesgo para los recursos naturales conocidas por la población de la microcuenca del río Minas	65
Figura 30. Aceptación de la población de la microcuenca del río Minas hacia la pregunta 4.2.....	67
Figura 31. Razones por la que la población no participaría en programas o proyectos de conservación	68
Figura 32. Aceptación de la población de la microcuenca del río Minas hacia la pregunta 5.....	69
Figura 33. Incentivos que permitirían a la población de la microcuenca del río Minas la aceptación de programas de y/o proyectos de conservación	70
Figura 34. Gráfico del índice de Calidad del Agua en Cochapamba en 2021	72
Figura 35. Gráfico del índice de Calidad del Agua en Cochapamba en 2023	72
Figura 36. Gráfico del índice de Calidad del Agua en Cochapamba en 2024	72
Figura 37. del punto de muestreo de Cochapamba	74
Figura 38. Gráfico del índice de Calidad del Agua en Rudio en 2021.....	74
Figura 39. Gráfico del índice de Calidad del Agua en Rudio en 2023.....	75
Figura 40. Gráfico del índice de Calidad del Agua en Rudio en 2024.....	75
Figura 41. ICA del punto de muestreo de Rudio	76
Figura 42. Variación de la densidad aparente del suelo por ecosistema de la Microcuenca del río Minas.....	78
Figura 43.....	79
Figura 44. Variación de la conductividad del suelo por ecosistema de la Microcuenca del río Minas	79
Figura 45. Variación del porcentaje de materia orgánica del suelo por ecosistema de la Microcuenca del río Minas.....	80
Figura 46. Mapa de distribución de materia orgánica para la microcuenca del río Minas	80
Figura 47. Evolución del uso y cobertura del suelo en la microcuenca del río Minas.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros utilizados para el cálculo del índice de calidad de agua	32
Tabla 2. Factores de ponderación utilizados	33
Tabla 3. Interpretación del valor del ICA para determinar la calidad de agua	38
Tabla 4. Características de las muestras de suelo a realizar en la microcuenca del río Minas.....	39
Tabla 5. Características de la imagen satelital utilizada.....	41
Tabla 6. Clasificación de la calidad de la vegetación median el valor de QBR.....	45
Tabla 7. Descripción de las secciones de evaluación.....	46
Tabla 8. Descripción de los 5 pasos para la implementación de plan de manejo comunitario con Enfoque Ecosistémico.....	49
Tabla 9. Distribución de la población por sexo de la microcuenca del río Minas.....	52
Tabla 10. Distribución de la población de la microcuenca del río Minas por rango etario	53
Tabla 11. Frecuencias de las actividades productivas de la población de la microcuenca del río Minas.....	55
Tabla 12. Distribución de las actividades productivas de la población de la microcuenca del río Minas por sexo	56
Tabla 13. Tabla de frecuencias del tiempo de residencia de la población de la microcuenca del río Minas.....	57
Tabla 14. Frecuencia de la formación académica de la población de la microcuenca del río Minas	58
Tabla 15. Frecuencias del tipo de empresas identificadas por la población que utilizan recursos naturales dentro de la microcuenca del río Minas.....	61
Tabla 16. Frecuencia de las e la microcuenca del río Minas identificadas por la población	63
Tabla 17. Frecuencia de las actividades que son un riesgo para los recursos naturales conocidas por la población de la microcuenca del río Minas.....	66
Tabla 18. Frecuencia de las razones por la que la población no participaría en programas o proyectos de conservación.....	68
Tabla 19. Frecuencias de los incentivos que permitirían a la población de la microcuenca del río Minas la aceptación de programas de y/o proyectos de conservación	71
Tabla 20. Valores máximos y mínimos de ICA evaluado en el punto de Cochapamba	73
Tabla 21. Estadísticas descriptivas del ICA evaluado en el punto de Rudio	76
Tabla 22. Características de las muestras de suelo de la microcuenca del río Minas	77
Tabla 23. Resultados obtenidos del análisis de los suelos de la microcuenca del río Minas	78

Tabla 24. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 1	82
Tabla 25. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 2	83
Tabla 26. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 3	85
Tabla 27. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 4	86
Tabla 28. Interpretación de valores de QBR obtenidos por subtramo	87
Tabla 29. Índice de Shannon para la microcuenca del río Minas	88
Tabla 30. Índice de Simpson para la microcuenca del río Minas.....	88
Tabla 31.	90
Tabla 32. Programa de enseñanza-aprendizaje para el cuidado y conservación de fuentes hídricas.	92
Tabla 33. Programa de recuperación de zonas críticas mediante acuerdos mutuos por el agua	94
Tabla 34. Programa de conservación y monitoreo de calidad de la microcuenca del río Minas	98
Tabla 35. Supuestos, riesgos y alternativas del plan de manejo comunitarios aplicado a la microcuenca del río Minas	100

LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE
SOCIAL Y AMBIENTAL DE LA
MICROCUENCA DEL RÍO MINAS PARA
LA GENERACIÓN DE UN PLAN DE
CONSERVACIÓN COMUNITARIO
BASADO EN EL APROVECHAMIENTO
HÍDRICO SOSTENIBLE EN LA
PARROQUIA BAÑOS, AZUAY, ECUADOR

AUTOR(ES):

XIMENA DEL ROCIO CRIOLLO PLAZA
DIEGO PAUL NIEVES PICON

RESUMEN

La gestión integrada de los recursos hídricos de manera convencional se ha enfocado en únicamente responder a intereses de carácter público o privado que satisfagan las demandas de las urbes, siendo muchas veces dejado de lado a las comunidades que se encuentran dentro de la cuenca, lo cual termina derivando en problemas de resistencia y conflictos para el uso de recursos naturales.

El caso de la microcuenca del río Minas de la cual capta agua de sus afluentes la JAAPyS Baños, abarca una población de 1941 habitantes, de quienes 99.38% de las personas encuestadas demuestra un interés para conservar en mancomunidad con instituciones que incentiven la conservación ambiental mediante acuerdos que involucren a la participación de la comunidad.

En tal razón, dentro del presente estudio se realizan análisis exhaustivos de la percepción de la comunidad, así como determinación de indicadores de calidad de agua, suelo y vegetación, determinando un buen estado de calidad en la parte alta de la microcuenca, el cual se va degradando conforme desciende hacia las partes medias y bajas de la microcuenca. Esto debido a que en los últimos 30 años la frontera agrícola y ganadera se ha expandido extensivamente, siendo razón para considerar a estas zonas como prioritarias para aplicar medidas dentro de un plan con 4 programas que ayuden a realizar una gestión comunitaria de conservación y aprovechamiento basada en la compensación ambiental, para potenciar sustentablemente las actividades económicas-productivas y la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Palabras clave: Agua, gestión comunitaria, cuenca, manejo, comunidad, conservación, compensación, acuerdos.

ABSTRACT

The conventional outlook of integrated management of water resources has focused only on responding to public and private interests that satisfy the demands of the cities, often leaving aside the communities, which ends up leading to problems of resistance and conflicts over the use of natural resources.

In the case of Minas micro-watershed from which the JAAPyS Baños collects water, has a population of 1941 inhabitants, of whom 99.38% of those surveyed, showed an interest in being participants of conservation projects in partnership with different kind of institutions through agreements that involve the participation of the community.

For this reason, an exhaustive analysis of the community's perception is carried out, as well as the determination of water, soil, and vegetation quality indicators, determining a good state of quality in the upper part of the micro-basin, which is degrading as it descends towards the middle and lower parts. This is because in the last 30 years the agricultural and livestock frontier has expanded extensively, which is why these areas are considered a priority for the application of measures within a plan with 4 programs that help to carry out community management of conservation and use based on environmental compensation, in order to promote sustainable economic-productive activities and the quality of life of the inhabitants of the area.

Keywords: Water, community management, basin, management, community, conservation, compensation, agreements.

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el garantizar la disponibilidad al agua para la población se considera como un deber fundamental del estado, lo trae consigo una gran cantidad de desafíos que cumplir, ya que, si bien el presente estudio se enfoca en la gestión integrada del agua, se debe considerar el rol fundamental que juega la gestión basada en la dinámica de la comunidad debido a que, con respecto a las empresas públicas de agua potable, estas poseen un presupuesto limitado para dicho campo (Granados, 2019). Sumando a esto, es menester considerar que, a nivel mundial y durante los últimos 100 años, la población se ha triplicado y con ella la demanda del agua (García-López & Castro-Perdomo, 2018). Este incremento está ligado directamente a una desmesurada presión sobre las cuencas hidrográficas, existiendo una preocupación por la estabilidad ecológica ocasionado por el cambio agresivo del uso de suelo, lo cual impacta al estado homeostático de los ecosistemas (Granados, 2019; Salmo-Cuspinera et al., 2023). Rodríguez (2019) y Sharifi Moghadam et al. (2023) sostienen que es fundamental el conocimiento acerca del manejo de una cuenca hidrográfica como una unidad territorial, pues es significativa la comprensión de la dinámica biológica, física, económica y social, en vista de que los recursos que provee las cuencas son limitados y su explotación intensiva trae consigo problemas ecológicos que terminan afectando a los organismos que se benefician de dichos servicios ecosistémicos.

Las cuencas hidrográficas juegan un rol fundamental en las relaciones que existen los seres vivos que ahí habitan y su entorno, por tal razón es una obligación fundamental su cuidado, conservación y restauración, respetando los derechos que tiene la naturaleza, plasmadas en la Constitución de la República del Ecuador (Rodríguez, 2019). Sin embargo, tal y como mencionan Pirani & Mousavi (2016), los problemas relacionados a la planificación y manejo de las cuencas se deben, en mayor medida, a que se ignora el contexto socioeconómico de los pobladores, por lo que es imprescindible que se vinculen a todos los actores para

fomentar una administración sostenible de los recursos naturales, permitiendo así que se logre un balance entre los aspectos ecológicos y productivos.

La microcuenca del río Minas, es uno de los afluentes del río Yanuncay, el agua que aquí se genera es captada para el abastecimiento de servicios de saneamiento y suministro de agua potable para diferentes sectores de la parroquia Baños, siendo su enfoque principal el agua para consumo humano. No obstante, a lo largo de su gestión se han incluido actividades enfocadas a de gestión comunitaria para la preservación y gestión de la microcuenca del río Minas. El sitio de estudio, es un área de gestión prioritaria para la conservación de los servicios hidrológicos, pues su ubicación espacial es ideal para controlar de manera efectiva las problemáticas ambientales y ecológicas y lo que permite que se genere un espacio participativo, donde se evita una toma de decisiones basa en las voluntades de las partes interesadas (Wu et al., 2023), es por esto que es importante el definir exactamente su ubicación y delimitación para plantear intervenciones exitosas.

Para este objetivo, Sadeghi et al. (2020) sugiere que un correcto manejo de las cuencas hidrográficas debe considerarse la interrelación entre agua, energía y alimentos, ya que esto conducirá hacia un enfoque útil para alcanzar la sostenibilidad y gestión adaptativa. Por lo que, para que dichos planes funcionen, se debe conocer los antecedentes sociales, las opiniones locales y el conocimiento generacional o tradicional, pues estos parámetros proporcionarían requisitos para indicadores del manejo de una cuenca y el éxito del proyecto planteado.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad hídrica, es la capacidad de una región para garantizar que todas las personas tengan un acceso equitativo al agua, en cantidad como en calidad adecuada, con el fin de promover el desarrollo social a largo plazo (Urquiza & Billi, 2020). En el Ecuador, existe una brecha marcada en el acceso de agua potable, debido a la presión a la que están expuestos los ecosistemas que proveen servicios hidrológicos, a causa del progresivo crecimiento demográfico, siendo este potenciado a un nivel crítico por las consecuencias del

calentamiento global entre otras problemáticas ambientales (Burstein-Roda, 2018). Esto se puede ver reflejado en menor escala en las JAAPs puesto que, al ser organismos comunitarios de acuerdo con la LORHUyA, son estas instituciones las encargadas de gestionar el recurso hídrico para sectores donde las empresas municipales no pueden dotar de este servicio. Es responsabilidad de las JAAPs, en cogestión con autoridades locales y nacionales, desarrollar estrategias de participación para el manejo sostenible del agua, de tal manera que predomine el consenso comunitario, tomando en cuenta a todos los actores locales que conforman el territorio y que comparten en sí realidades socioculturales.

La administración comunitaria debe responder a una representación del control y uso del agua, entre quienes se reconocen como parte del conjunto comunitario, ya que esta cobra un valor significativo, al que conlleva la protección de los recursos hídricos, mediante prácticas tradicionales que han pasado por distintas generaciones, porque dentro de la perspectiva comunitaria el agua es más que un recurso de carácter económico, formando parte de una visión única de una interrelación entre el hombre y la naturaleza (Lizcano-Chapeta et al., 2022; Sandoval-Moreno & Günther, 2013).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Levantar la línea base de los aspectos sociales y ambientales de la microcuenca del río Minas para la generación de un plan de conservación comunitario basado en el aprovechamiento hídrico sostenible en la parroquia Baños, Azuay, Ecuador

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender la apreciación actual de los actores de la microcuenca del río Minas.
- Precisar los problemas ambientales y coyunturales en el área de protección hídrica
- Diagnosticar la calidad del agua, suelo y vegetación ribereña de la microcuenca del río Minas.

- Generar medidas de acción de conservación para la microcuenca del río Minas.

4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

4.1 CONSERVACIÓN COMUNITARIA

La conservación comunitaria o conservación basada en comunidad (CBC), proviene del término en inglés “community-based conservation”. Descrita por Western y Wright (1994) como la “defensa o protección de los recursos naturales o la biodiversidad por, para y con la comunidad local” (Berkes, 2007). Esta estrategia permite la conservación de la biodiversidad al mismo tiempo que se reconoce y apoya la necesidad de la comunidad para alcanzar el desarrollo económico y productivo; además, reconoce a los actores locales como sujeto activo y capaz de contribuir con soluciones (Pulido Silva, 2020).

Se fundamenta en el concepto de bienes comunes de Elinor Ostrom, Premio de Economía en 2009. Donde los bienes son entendidos como una clase de recurso que no puede ser excluido y el uso conjunto implica sustracción. Aquí, se reconoce las relaciones que existen entre las organizaciones comunitarias y la gestión de los recursos naturales (Pulido Silva, 2020). Estas organizaciones, realizan la gestión de estos recursos, definiendo derechos, deberes y responsabilidades en torno al bien (Berkes et al., 2003). Además, analiza la capacidad de las organizaciones comunitarias para afrontar “la tragedia de los comunes” (Berkes, 2004), mediante el uso de restricciones formales, mediante el uso de leyes, normas, reglamentos y demás; e informales, a través de códigos de conducta auto impuesta, convenciones sociales, entre otros (Berkes et al., 2003).

La CBC enfatiza el papel fundamental de las personas en la gestión y uso sostenible de los recursos naturales (Mahajan et al., 2021), en la que se consideran las dinámicas existentes entre la sociedad y los sistemas naturales, en lugar de condicionar a las

personas como meros gestores o factores de estrés en el ecosistema (Berkes, 2004). Es por esto que se integra a los procesos de CBC el sistema de valores y los conocimientos locales que permite canalizar beneficios en pro del desarrollo socioeconómico de los habitantes del área de interés, a su vez que permiten que se lleven a cabo acciones a favor de la protección de la naturaleza por intermedio de los sistemas de gobernanza y las prácticas de gestión local y colaborativa (Esmail et al., 2023).

Se ha demostrado que la integración de diversos actores locales en los procesos de gestión de recursos naturales, garantiza el apoyo local para abordar las problemáticas ambientales y mejora la capacidad de las comunidades para comprender su entorno (Ikhlas & Ramadan, 2024; Ismail et al., 2019). Existen dos tipos de procesos mediante los que se deriva la acción colectiva en CBC: los procesos impulsados externamente, es decir que es iniciada por actores externos a la localidad, e internamente, que refiere a una iniciativa promovida por los usuarios de los recursos (Mahajan et al., 2021). Un ejemplo de un CBC impulsado internamente y aplicado a la gestión de recursos hídricos serían las JAAPs y JAAPSs.

4.2 JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE

En 2010, se reconoció que todos los seres humanos tiene derecho al acceso a los servicios de agua y saneamiento, por ellos se insta a los Estados y a organizaciones internacionales a que financien iniciativas destinadas a gestionar los recursos hídricos que sean impulsados de manera local, de manera que se propicien el aumento de capacidades técnicas y económicas y permitan la transferencia de tecnología en países de economía emergente, exigiendo a los estados el cumplimiento de desarrollo de políticas para acrecentar el acceso a servicios de agua potable y gestión adecuada de aguas residuales (Martínez-Moscoso & Abril-Ortiz, 2020).

Las ciudades emplazadas a lo largo de Latinoamérica se han abastecido de agua potable gracias a empresas públicas o privadas (Nicolas-Artero, 2016). En Ecuador, los sectores rurales y urbano-periféricos han sentido la necesidad de agruparse y crear

abastecimientos autónomos a partir de la organización de la comunidad (Ramos Bayas, 2017). Estos procesos organizativos se han logrado consolidar con el paso del tiempo en sistemas sólidos de administración y mantenimiento de agua potable, conocidos comúnmente como Juntas de Agua.

Las JAAPs y JAAPs, son organismos comunitarios públicos sin fines de lucro, creado para gestionar los servicios de dotación de agua y saneamiento. Estos sistemas se encuentran ubicados en zonas rurales y suburbanas de la ciudad. Su objetivo principal es participar y controlar eficazmente la captación, el almacenamiento y suministro de agua, de tal manera que se pueda acceder a este servicio con tarifas más aceptable para los consumidores, así como la protección de estas fuentes (Martínez-Moscoso & Abril-Ortiz, 2020). Es por esto por lo que, a nivel del Ecuador, este modelo ha sido ampliamente replicado.

En Ecuador, las JAAP tienen su primera ley constitutiva en el año 1979, sin embargo, fueron legalizadas por primera vez en 2004 con la Ley de Aguas, para finalmente en el año 2014, con la promulgación de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA), ser reconocidas como entidad responsable en la administración de los recursos hídricos (Martínez-Moscoso & Abril-Ortiz, 2020; Ramos Bayas, 2017). Nacieron por la necesidad de los territorios rurales y periurbanos al acceso al agua potable. Estas organizaciones se estructuran para gestionar el abastecimiento de agua mediante la obtención de recursos económicos y técnicos y el mantenimiento y construcción de infraestructura a través de mingas, a pesar de sus limitaciones técnicas y administrativas (Vásconez, 2018).

Su organización incluye representantes de la comunidad que fundamentan sus decisiones en base a criterios de uso sostenible del agua, calidad de los servicios prestados, equidad la asignación del agua y eficiencia económica (Verdesoto-Velástegui et al., 2018). Basa su gestión en cuatro principios fundamentales: (i) participación de todos los miembros de la comunidad, (ii) distribución equitativa de costos, (iii) control directo o indirecto de actividades de operación y mantenimiento y (iv) propiedad real o

percibida sobre la infraestructura (Schweitzer & Mihelcic, 2012). Este tipo de iniciativas son impulsadas desde la autonomía de la comunidad, iniciando con la concepción del proyecto, posterior ejecución hasta finalmente su administración. Es decir, son gestionados localmente y, en casos particulares, cuentan con el respaldo técnico y económico de organismos internacionales (Perugachi Cachimuel & Cachipundo Ulcuango, 2020).

Lamentablemente, la organización de las JAAPs en el país no cuenta con el apoyo del gobierno central, no obstante, son reconocidas y tienen relación con el estado. Sumado a esto, este tipo de organización comunitaria se está condicionada por dinámicas sociales, ya que el capital social se puede ver afectado por fenómenos socioeconómicos y demográficos, como la migración, natalidad y los cambios en los regímenes de tierra, por lo que, con el transcurso del tiempo pueden aparecer más debilitadas y, a su vez, disminuir su permanencia y periodicidad (Ramos Bayas, 2017).

4.3 ECOSISTEMAS PROVEEDORES DEL RECURSO HÍDRICO

Los ecosistemas se definen como una unidad funcional en la que interactúan seres vivos y componentes abióticos en una zona determinada (Schmitz, 2018). Los ecosistemas aportan, a través de los Servicios Ecosistémicos o Servicios Ambientales, innumerables beneficios a la sociedad. Estos se clasifican en 4: (i) servicios de aprovisionamiento, (ii) regulación, (iii) culturales y (iv) de soporte (Lozano Espinoza et al., 2019). Entre estos, se encuentran los servicios ecosistémicos hidrológicos. Comprenden la provisión de agua en cantidad (captura, almacenamiento y regulación hídrica) y calidad adecuada (retención de nutrientes y sedimentos) (Mosquera et al., 2022), reducción de riesgos por fenómenos hidro-climáticos y el mantenimiento funcional de los ecosistemas (Arellano Monterrosas et al., 2018).

Todos los ecosistemas proveen servicios ambientales hídricos en mayor o menor medida. Sin embargo, los bosques, humedales y praderas cumplen un rol fundamental en el ciclo hidrológico (Smakhtin, s. f.). En Ecuador, existe poca información sobre cuáles

son los ecosistemas clave para la dotación de estos servicios, no obstante, en varios estudios se destaca la función de los bosques andinos y páramos en la provisión de servicios ecosistémicos hidrológicos (Hall et al., 2015).

4.3.1 BOSQUES ANDINOS

Los bosques andinos son ecosistemas forestales con una estructura vegetal característica (Tobón, 2009). En el Ecuador cubren un área aproximada de 124 000 km² (COSUDE, 2021).

Es difícil determinar el rango altitudinal en el que se emplazan debido a que se encuentran interdispersos con otro tipo de ecosistemas (Mena, 2005), sin embargo, en las características de los bosques andinos informadas por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación [COSUDE] (2021), se ha evidenciado su presencia desde los 1000 hasta los 3 500 m s.n.m, dependiendo de su ubicación geográfica.

Existen tres categorías de bosques montanos: (i) Pluviales, siempreverdes o bosques de niebla, (ii) Pluviestacionales o semidecíduos y (iii) Xéricos o deciduos (COSUDE, 2021; Cuesta et al., 2009). Todos presentan un amplio gradiente climático en distancias cortas, debido a distintos factores meteorológicos determinados por las condiciones orográficas locales (Cuesta et al., 2009).

La importancia de estos ecosistemas radica en su alta concentración de biodiversidad y especies endémicas y la regulación hídrica que produce para el bienestar de los seres vivos y el desarrollo socioeconómico de los seres humanos (Bubb et al., 2004; Cuesta et al., 2009). Los bosques montanos están dentro de uno de los hotspots con mayor diversidad biológica del planeta, debido a la variedad microclimática y a la heterogeneidad de hábitats presentes en este ecosistema, resultante de la interacción de procesos biofísicos a diferentes escalas (Tobón, 2009). Se evidencian altos valores de biodiversidad beta y gamma, además de presentar patrones particulares en el recambio de especies y comunidades (Cuesta et al., 2009), los que resulta en alto grado de endemismo.

El sotobosque o estrato inferior, fomenta las características particulares la ecología y la hidrología de los bosques montanos. Está conformado por abundancia de especies de musgos, epífitas, lianas y bejucos. Estas ayudan a disminuir la evapotranspiración y a la intercepción del agua horizontal, derivada de la niebla o de la precipitación trasladada por el viento, lo que representa un aporte adicional del 5 al 35% (COSUDE, 2014; Cuesta et al., 2009). Esto a su vez ayuda a la regulación del régimen hídrico, especialmente en épocas secas, ya que el clima altamente húmedo durante todo el año contribuye a que exista la precipitación horizontal, que permite mantener o sostener el flujo base de los cuerpos de agua (Torres, 2013).

Las características antes descritas, permiten que los bosques de alta montaña sean fuentes primarias de servicios ecosistémicos vitales. Estos son importantes sumideros de carbono, contribuyen a reducir la erosión del suelo, moderan los fenómenos meteorológicos, regulan el clima local y mejoran la calidad del aire (COSUDE, 2014). Por consiguiente, estos ecosistemas requieren acciones de conservación y restauración ecológica.

4.3.2 PÁRAMOS

Los páramos son ecosistemas que en su mayoría están conformados por matorrales, pastizales, turberas, parches de bosque de baja altura, pantanos y gran variedad de lagos, se encuentran entre el límite superior del bosque montano y la línea de nieve, aproximadamente entre 11° de latitud norte y 8° de latitud sur (Christmann & Oliveras, 2020; Hofstede & Llambí, 2020). Se encuentran a una altura que varía desde los 3 000 hasta los 4 700 m s.n.m, y en el Ecuador ocupa del 5 al 7% del territorio, esta discrepancia se debe a la dificultad para establecer límites entre el páramo con los ecosistemas circundantes (Buytaert et al., 2006; García et al., 2019).

El clima en este ecosistema no tiene una estacionalidad marcada durante el año, sin embargo, presenta una variación muy contrastante en la temperatura diaria, pudiendo llegar a temperaturas bajo cero durante la noche y durante el día incluso llegan a superar los 25°C. La temperatura media anual fluctúa entre los 2°C a los 10°C

y presenta una tasa de variación de $0.5^{\circ}\text{C} - 0.7^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m. La precipitación total anual es relativamente alta, aunque variable, con valores de 700 mm a 4 000 mm en los páramos secos y húmedos respectivamente, e incluso alcanza valores de 6 000 mm en casos extremos en zonas limitadas. Los eventos de precipitación se caracterizan por su baja intensidad y alta frecuencia (Buytaert et al., 2007; De Bièvre et al., 2008; Llambí et al., 2012).

La importancia del páramo radica en ser fuente de agua, sumidero de carbono y a los altos niveles de biodiversidad que posee (García et al., 2019). Esto se da, gracias a la baja tasa de evapotranspiración, altos valores en la humedad, almacenamiento de materia orgánica, morfología de algunas plantas, variedad de microclimas, entre otros (Chuncho & Chuncho, 2019). Este ecosistema posee la mayor biodiversidad vegetal de todos los paisajes andinos a nivel mundial y elevado nivel de endemismo, resultado de las estrategias de adaptación hacia el entorno, lo que ha permitido variedad de procesos de especiación y convergencia evolutiva (Hofstede & Llambí, 2020). Con respecto a la fauna existente, es relativamente pobre si se lo compara con los ecosistemas de bosques andinos (Llambí et al., 2012).

La gran cantidad de materia orgánica que se encuentra en los suelos de páramo se ve favorecida por el clima frío, los altos niveles de humedad, el gradiente altitudinal y la baja presión atmosférica (De Bièvre et al., 2008), lo que permite a su vez almacenar grandes cantidades de carbono convirtiendo a este ecosistema en un importante sumidero de carbono. Sumado a esto, posee un excedente en el balance hídrico muy grande, debido a las altas tasas de precipitación y los aportes adicionales de la interceptación vegetal de la niebla y el rocío y el bajo consumo de agua de la flora presente, que aportan de 5 a 20 % la producción primaria de agua (Buytaert et al., 2006). Además, cuentan con una alta capacidad de regulación hídrica, la cual se debe, en mayor medida, a la estructura que poseen los suelos de este ecosistema (Buytaert et al., 2006).

4.4 AMENAZAS EN ECOSISTEMAS PROVEEDORES DEL RECURSO HÍDRICO

Los ecosistemas de alta montaña son uno de los más expuestos y vulnerables del mundo. Los peligros más importantes son: (i) el cambio climático y (ii) la pérdida de la cobertura vegetal. Los impactos que provoca del cambio climático se manifiestan de diversas maneras y a diferentes escalas. Uno de los efectos más notorios, es el aumento de la temperatura, lo que produce una transformación de los ciclos naturales y la distribución de los ecosistemas. Se han evidenciado patrones de desplazamiento vertical o movimiento altitudinal de los ecosistemas, lo que constituye la migración altimétrica de especies vegetales, hongos y animales para mantener sus nichos ecológicos, suscitando rangos de dispersión más cortos, corriendo el riesgo de desaparecer o la desaparición de su hábitat (Cuesta et al., 2009). Además, contribuye al derretimiento de glaciares, originando cambios en la dinámica hídrica de los ecosistemas andinos, ocasionando riesgos para la seguridad y bienestar humano (COSUDE, 2014).

Con respecto al cambio de uso de suelo, se tienen procesos asociados a la deforestación, quema, pérdida de cobertura vegetal, erosión, entre otros. Ecuador tiene las tasas más altas de deforestación de América Latina, durante el periodo comprendido desde 1990 hasta 2020 en el país se ha perdido aproximadamente el 15% de los bosques andinos (Rivas et al., 2024) y el 12% del páramo ha sufrido cambio de cobertura y uso de suelo, aunque no se conoce con precisión la extensión que ha sido afectada (Brück et al., 2023). La agricultura y ganadería ha sido la responsable del 45% de la deforestación de ecosistemas de alta montaña (COSUDE, 2014).

Los paisajes andinos que incluyen a los páramos y bosques montanos, ven afectada a la capacidad de regulación hidrológica, debido al cambio de vegetación, fragmentación de los ecosistemas y el incremento en los valores que toma la densidad aparente, por la compactación del suelo producida por el pisoteo del ganado (Brück et al., 2023; Rivas et al., 2024). Además, los desechos producidos por la agricultura y ganadería disminuyen la calidad del agua (COSUDE, 2021).

Las quemadas son una práctica común que se realiza con el fin de limpiar o preparar fácilmente el terreno para cultivos agrícolas o pastizales, esto representa una grave amenaza, ya que puede desencadenar en incendios forestales de gran magnitud, provoca pérdida de biodiversidad, fragmentación del ecosistema, liberación a la atmósfera del carbono almacenado y está relacionado con el aumento significativo de la escorrentía, ocasionando una disminución en la conductividad hidráulica y aumento de la erosión del suelo (Brück et al., 2023).

El cambio de uso de suelo también se produce mediante la minería, en el Ecuador es una gran amenaza hacia los ecosistemas altoandinos la cordillera de los Andes, pues según Amazon Frontlines (2022), casi la mitad (49.4%) de las concesiones mineras en el país se encuentran sobre bosques nativos y el 5.2% en páramos, incluso algunas de estas entran en conflicto con las concesiones de agua para uso doméstico.

4.5 PLAN DE CONSERVACIÓN COMUNITARIO

Es un instrumento o guía que busca integrar la conservación de los paisajes naturales, lo que integra, el uso de los recursos naturales y el desarrollo socioeconómico, de manera que se genere una relación estrecha entre las comunidades con el medio ambiente (Córdoba, 1999). El IPCC establece los criterios y directrices a seguir que, al ser desarrollado de manera conjunta, promueven la participación comunitaria, donde se asume la responsabilidad en el manejo de los recursos naturales, estableciendo lineamientos ecológicos y comunitarios, el compromiso para la conservación permitiendo que los usuarios se apropien de su territorio y otorgándoles el papel principal para la resolución de conflictos (Moreno-Casasola, 2000).

Existen cuatro diferentes enfoques que puede tomar un plan de manejo sostenible y comunitario: (i) Manejo adaptativo y colaborativo, (ii) Manejo patrimonial, (iii) Valoración económica y (iv) Manejo ecosistémico. El manejo adaptativo y colaborativo se centra en el aprendizaje práctico utilizando la metodología de prueba-error, lo que permite una adaptación sistemática al cambio y que favorezcan a la mejora continua de

los resultados. Se basa en ciclos de aprendizaje iterativo a través de un proceso que consta de planificación, acción, monitoreo y reflexión de las acciones y resultados con base en los objetivos planteados, mejorando, este proceso al compartir explícitamente las observaciones realizadas y discutir las grupalmente (Evans et al., 2015).

El manejo patrimonial se centra en la valoración que otorga la sociedad a todo aquello que considera patrimonio natural, esto es un proceso histórico y cultural que refleja la identidad de las comunidades. Se trata de un conjunto de normas que cuantifican el capital natural con respecto a características más abstractas y que tienen diferentes interpretaciones, entre las que se evalúa a los recursos por su capacidad de proveer riqueza y propiciar utilidades económicas, culturales y espirituales (Zúñiga & Pérez, 2013). La valoración económica supone integrar valores monetarios por la ganancia o pérdida de los bienes y servicios, permite gestionar el uso sostenible mediante la aplicación de incentivos, subsidios, multas, integrados a la política pública (Raffo Lecca, 2015).

El enfoque basado en los ecosistemas es un método de gestión integrada de los recursos naturales que promueve el cuidado y el uso sostenible de forma justa y equitativa para lograr la sostenibilidad de la sociedad (Shepherd, 2006). Está guiado por metas y objetivos específicos enfocados en el recurso que se quiere conservar (ej. Recursos hídricos), mediante el uso de normativa, legislación, protocolos y prácticas que, en conjunto con técnicas del monitoreo e de los procesos necesarios para sustentar la composición, estructura y función de los ecosistemas, permite la integración de aspectos económicos, sociales, políticos y culturales (Andrade & Vides, 2010).

El enfoque ecosistémico cuenta con un fuerte respaldo político y social, por lo que la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, adoptó esta perspectiva como el principal marco de actuación para la implementación de objetivos de conservación y alcanzar el desarrollo sostenible de la sociedad (Gracia et al., 2005). Se basan en 12 principios fundamentales, los cuales pueden ser consultados en la guía elaborada por Shepherd (2006).

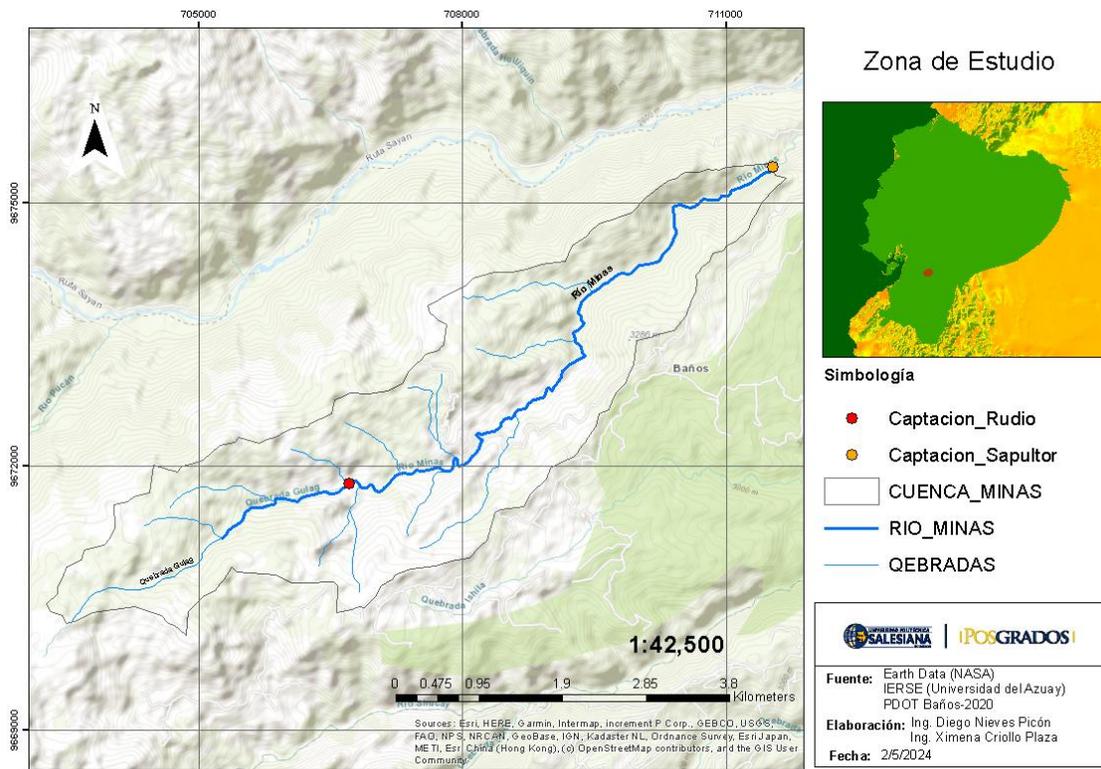
5. METODOLOGÍA

5.1 SITIO DE ESTUDIO

El proyecto de investigación se emplazará en la microcuenca del río Minas (Figura 1), la cual corresponde al área de interés hídrico de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Baños, que se encuentra ubicada al suroeste del cantón Cuenca en la provincia del Azuay. La microcuenca de estudio forma parte de la cuenca de río Paute, que compone la demarcación hidrográfica Santiago, el primer efluente del río Amazonas, el cual tiene desembocadura en el Océano Atlántico (Jerves-Cobo et al., 2017). Su rango altitudinal abarca desde los 2 500 m s.n.m. hasta los 4 000 m s.n.m. La cobertura vegetal predominante en la parte alta y media está formada por los ecosistemas de páramo y bosque altoandino, mientras que en la parte baja de la microcuenca comprende usos agrícolas y ganaderos (Baculima & Camposano, 2022).

Figura 1.

Ubicación de la zona de estudio



El clima en la parte alta es catalogado como ecuatorial de alta montaña y en las regiones medias y bajas predomina el clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo, el cual es el característico de la región interandina del Ecuador (GAD Parroquial de Baños, 2020). La temperatura disminuye según aumenta la altura, alcanzando valores desde los 6°C, en las zonas más altas, hasta llegar a los 14°C. En este lugar, las lluvias son constantes a lo largo de todo el año, y la precipitación anual promedio que varía desde los 1 000 hasta los 1 250 mm (Baculima & Camposano, 2022).

La microcuenca del río Minas comprende una extensión de aproximadamente 1 863 ha, de la cual el 80% (1492.01 ha) constituye la zona de recarga hídrica de interés para la JAAPyS de Baños, pues abastece a las captaciones de Saputor y Rudio, de las cuales se realiza la distribución hacia 27 sectores de zonas rurales y suburbana de la parroquia Baños (GAD Parroquial de Baños, 2020).

5.2 LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE SOCIAL

5.2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE MÉTODOS PEDAGÓGICOS A ACTORES CLAVES PARA CONOCER EL ESTADO ACTUAL

Para llevar a cabo el análisis social se recopilará información mediante encuestas a actores locales e institucionales, a saber, los constituyentes de las agrupaciones productivas y dueños de predios dentro de la zona de estudio, y son los beneficiarios directos los recursos naturales de la zona y de los servicios ecosistémicos que provee. La encuesta a realizar debe tener un lenguaje claro, dónde los contenidos técnicos y académicos sean traducidos a términos comprensibles para el interlocutor (Rodríguez et al., 2019).

La aplicación de la encuesta se realizó de manera aleatoria simple a una muestra de la población calculada mediante la Ecuación 1.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Dónde:

- n es tamaño de muestra
- N es la población total de la zona
- $Z_{\alpha} = 1.96$, representa una confianza del 95%
- P es la probabilidad de ocurrencia de eventos
- q es 1-p
- e representa el error

5.2.2 DEDUCIR LAS VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTALES DENTRO DEL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA.

La determinación de vulnerabilidades socioambientales se realizó mediante el análisis de las encuestas, medio por el cual se ejecutó la colección de información, de la cual, se efectuó el cálculo de parámetros de estadística descriptiva de las

variables poblacionales, examinando las frecuencias de los componentes socioambientales estructurados en la encuesta, mediante el software R-Studio. Los problemas identificados se plasmarán en mapas temáticos mediante el uso de herramientas SIG tal y como lo sugieren Albarracín et al. (2018) y Granados (2019).

En el Anexo 1, se presentan la encuesta utilizada para el desarrollo de este apartado.

5.3 DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE ASPECTOS AMBIENTALES

5.3.1 DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA

La calidad de los cuerpos de agua superficial está determinada por características edáficas, geológicas y las actividades antropogénicas (Pauta et al., 2019). Es importante realizar programas de monitoreo constante de los cuerpos de agua, especialmente en puntos circundantes a las captaciones de agua potable, pues esto permite que los tratamientos aplicados para la potabilización sean satisfactorios. Según lo establecido en el artículo 47 de la LORHUyA (2014), las juntas administradoras de agua potables están reguladas por la Agencia de regulación y control del agua conocida por sus siglas como ARCA, misma que guía su accionar, en base a la normativa establecida en el Libro VI de primer Anexo del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente [TULSMA] (2015) para garantizar la calidad en el servicio brindado.

Se establece la medición de una gran cantidad de parámetros, como indicadores de la calidad de los recursos hídricos, lo cual resulta costoso y requiere demasiado tiempo, por lo que se ha optado por realizar el cálculo del índice de calidad de agua. Los índices, conocidos por siglas como ICAs, son expresiones matemáticas en las que se combina un número establecido de parámetros de naturaleza multivariada y lo sintetiza en un solo valor fácil de interpretar y entender, mismo que permite conocer rápidamente el estado del agua en un lugar y tiempo específico (Quiroz et al., 2017).

Existen alrededor de 30 índices ampliamente utilizados, mismo que consideran desde 3 hasta 72 parámetros. Sin embargo, en el Ecuador el TULSMA (2015) establece el uso del ICA propuesto por Brown et al. (1970), y desarrollado dentro de la Fundación Nacional de Saneamiento, el cual es conocido por sus siglas en inglés NSF de *National Sanitation Foundation*. Se fundamenta en la sumatoria ponderada de una cantidad de variables determinada, generalmente 9, tal como se indica en la Ecuación 2.

$$ICA = \sum_{i=1}^{i=n} w_i \cdot Q_i \quad (2)$$

Dónde:

- n: cantidad de parámetros utilizados
- w_i : ponderación o peso relativo de la variable
- Q_i : valor del parámetro obtenido del análisis fisicoquímico

Los valores de Q_i se calculan mediante las curvas de función, curvas o ecuaciones funcionales planteadas por Brown et al. (1970) para cada parámetro independientemente, lo que permite transformar los valores de todos los parámetros que son medidos en diferentes unidades, a una escala adimensional lo que permite su agregación (Quiroz et al., 2017).

Sierra (2011) sugiere que para la aplicación de un ICA se considere parámetros de cinco categorías consideradas relevantes: (i) cantidad de oxígeno, la cual influye directamente en la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua, al mismo tiempo que determina la presencia de materia orgánica, (ii) nutrientes, influyen en procesos de eutrofización, (iii) biológicas, permite evaluar aspectos de la salud pública y posibles riesgos, (iv) características físicas y (v) presencia de sólidos,

relacionado con la presencia de iones. Para su cálculo, se utilizaron ocho parámetros fisicoquímicos, los cuales se describen en la tabla 1. El sitio del análisis, se dio en dos puntos previo a la captación de Cochapamba y Rudio (figura 1 y tabla 1). En la tabla 2 se establece la ponderación o peso relativo por parámetro que fue utilizada.

Tabla 1.

Parámetros utilizados para el cálculo del índice de calidad de agua

Parámetro	Equipo utilizado	Método
pH	pH meter Hach. Sension 1	Electrodo de membrana de vidrio delgada.
Temperatura (T°)	Termómetro.	Tubo de vidrio sellado con mercurio 0,1°C precisión
Oxígeno disuelto (OD)	DR 900 Hach Colorímetro	446 oxígeno dis. RB AV
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	DR 900 Hach Colorímetro	-
Nitratos (NO ₃ ⁻)	DR 900 Hach Colorímetro	355 N Nitrato RA PP
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	DR 900 Hach Colorímetro	492 P. rect. PV AV
Turbiedad	Turbidímetro Hach 2100 N	Absorbancia y transmitancia

Tabla 2.

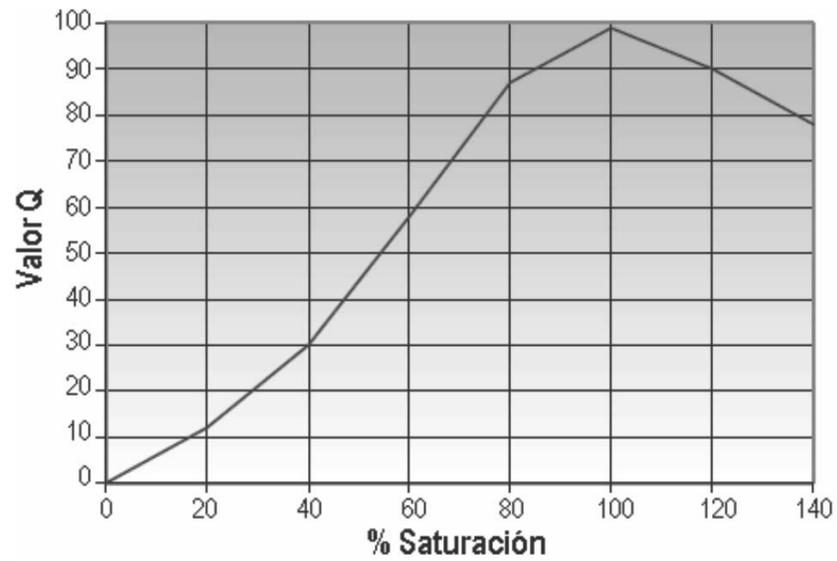
Valores de w_i utilizados

Parámetro	W_i
OD	0.17
DBO ₅	0.11
NO ₃ ⁻	0.10
PO ₄ ³⁻	0.10
Turbidez	0.08
ST (sólidos totales)	0.08
pH	0.12
T°	0.10

En las figuras de la 2 a la 7, que se muestran a continuación, se reflejan las curvas funcionales planteadas, en primera instancia, por Brown et al. (1970) y modificadas por Samboni et al. (2007) para la determinación de Q_i , para cada parámetro seleccionado previamente.

Figura 2.

Curva funcional para el OD

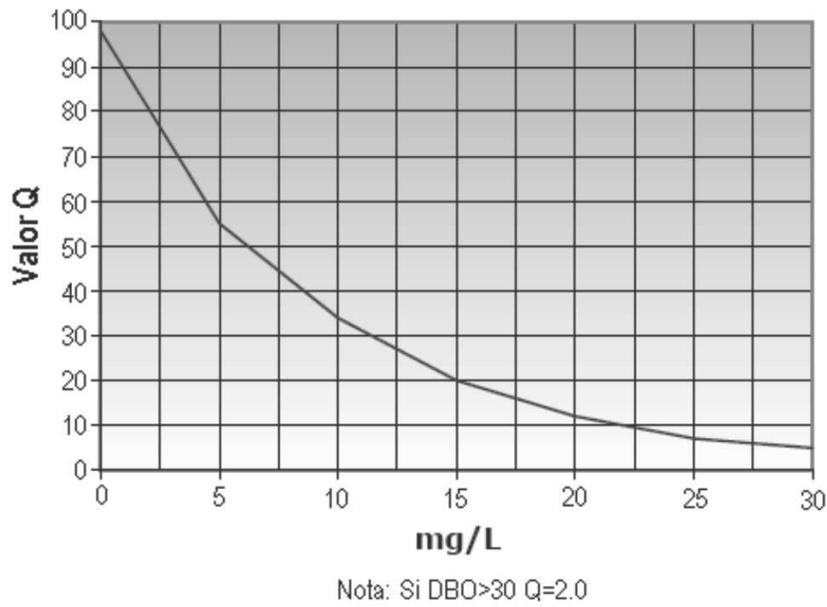


Nota: Si % Saturación >140.0 Q=50.0

Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Figura 3.

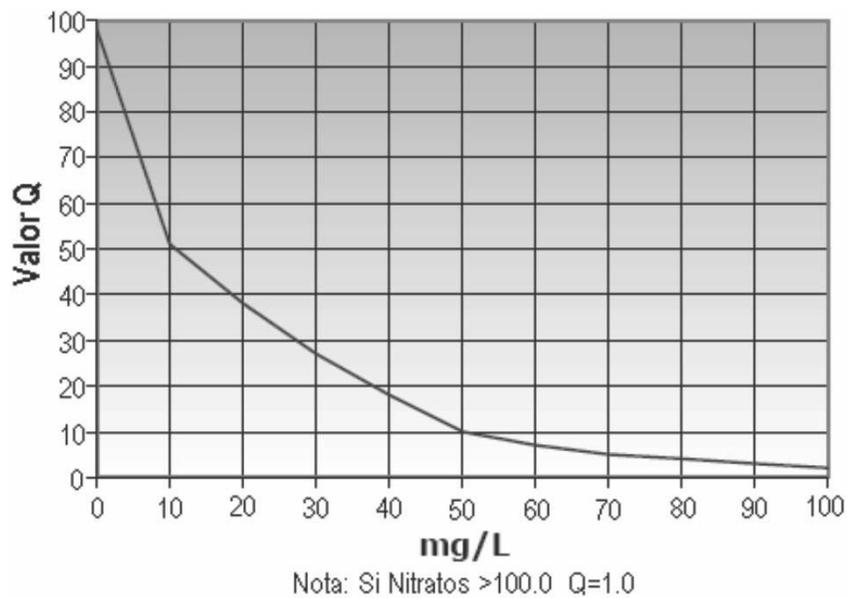
Curva funcional para DBO_5



Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Figura 4.

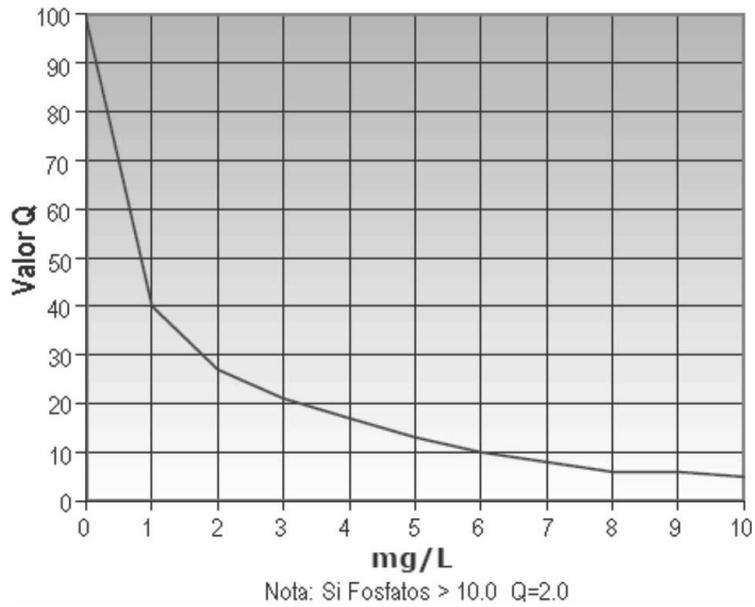
Curva funcional para nitratos



Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Figura 5.

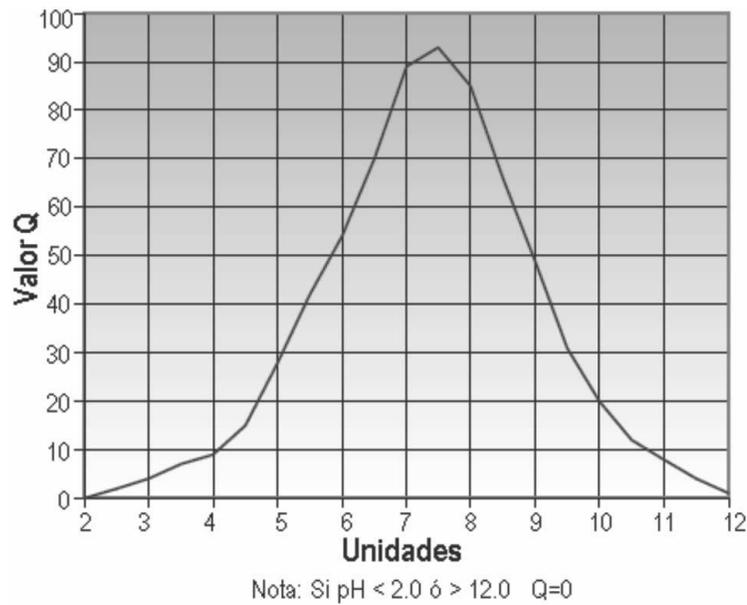
Curva funcional para fosfatos



Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Figura 6.

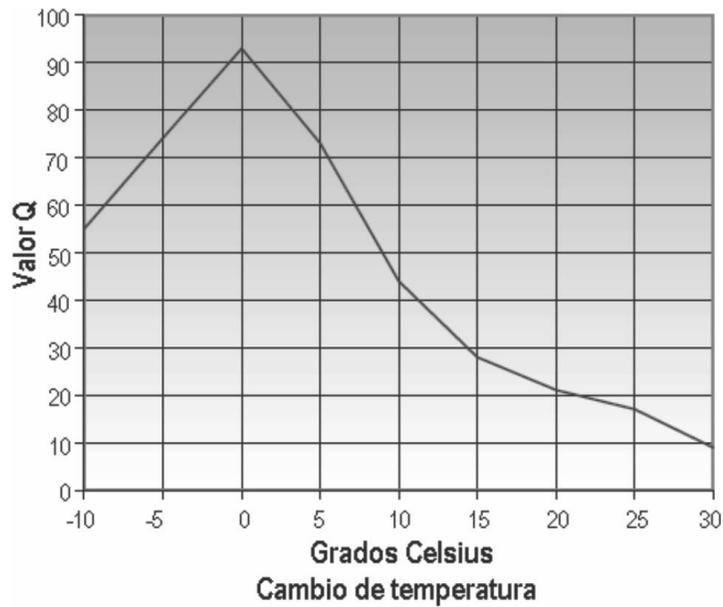
Curva funcional para pH



Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Figura 7.

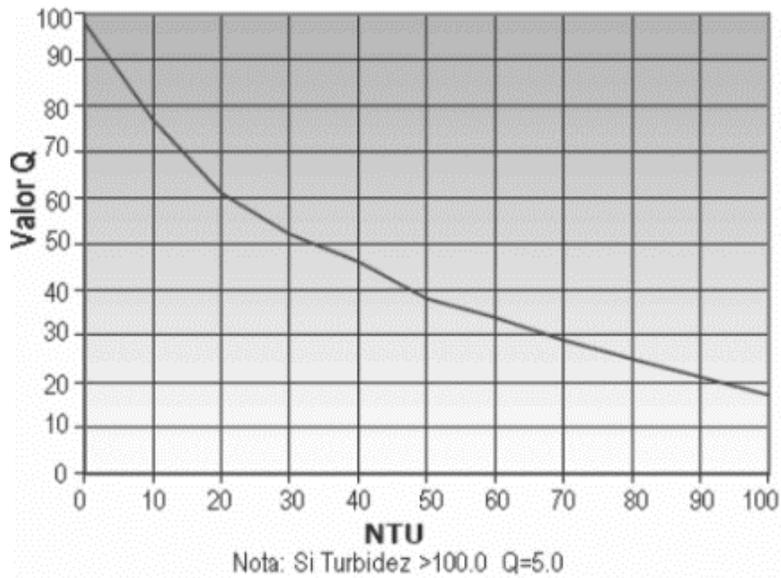
Curva funcional para temperatura



Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Figura 8.

Curva funcional para turbidez



Nota: Recuperado de Samboni et al. (2007)

Tras la aplicación de la Ecuación 2, el valor único obtenido puede ser interpretado con respecto a la tabla 3, en la que se refleja el estado del agua en un momento y lugar determinado.

Tabla 3.

Interpretación del índice NSF

Valor del ICA	Interpretación	Color asignado
91 – 100	Excelente	Azul
71 – 90	Buena	Verde
51–70	Media	Amarillo
26 – 50	Mala	Naranja
0 – 25	Muy Mala	Rojo

Nota: Adaptado de Fernández & Solano (2005)

5.3.2 CALIDAD EDÁFICA

5.3.2.1 MUESTREO

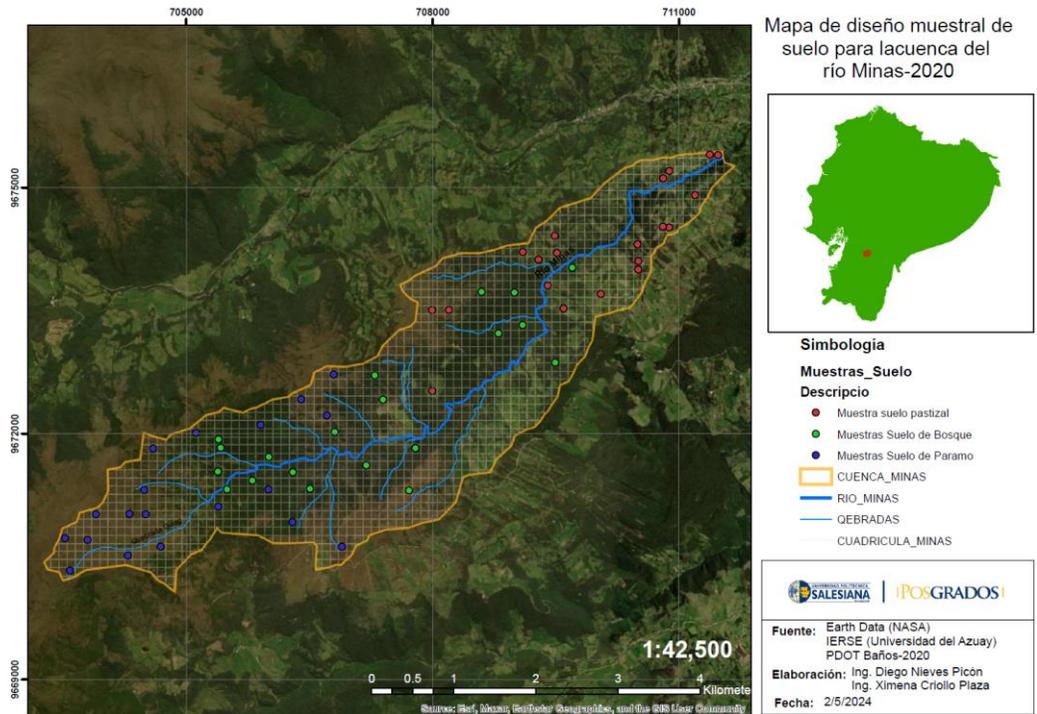
La recolección de analitos se realizó a una altura media de 50 cm, ya que, por lo general los suelos andosoles no presentan una estructura profunda, pues cuenta con una capa limitante para el desarrollo radicular de aproximadamente 60 cm de espesor (GAD Parroquial de Baños, 2020). Empero, en algunos casos se realizó el muestreo de acuerdo con la altura del estrato encontrado, observando que la muestra cumpla con las características propias de un Andosol.

Las muestras se tomaron siguiendo la metodología propuesta por AGROCALIDAD (2018) en el instructivo INT/SFA/10, en la que se plantea la toma de submuestras con pala, barreno o tubo, siguiendo un camino de zig-zag para mejorar la

representatividad, los puntos en los que se realizó el muestreo se exhiben a continuación (figura 9).

Figura 9.

Diseño muestral para obtención de calicatas



La cantidad de submuestras se consideró en base al instructivo para tomar muestras de suelo establecido por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador conocido por sus siglas como INIAP, en el cual se recomienda que cada muestra debe constar de 15 a 20 submuestras por cada 5 hectáreas de terreno (Bejarano, 1974). A continuación, se describe las características de las muestras (tabla 4).

Tabla 4.

Muestras de suelo: Características

N° de muestra	Cantidad submuestras	de Peso submuestras	de Ecosistema
1	19	~ 0.5 kg	Páramo
2	20	~ 0.5 kg	Bosque
3	20	~ 0.5 kg	Pastizal

Las submuestras fueron depositadas en un balde plástico limpio, en el cual serán homogeneizados, para finalmente se colocar la totalidad del contenido en una superficie plana para realizar el método del cuarteo iterativamente (Figura 9) hasta obtener una muestra representativa de aproximadamente 10kg de cada ecosistema por separado.

Figura 10.

Diagrama de método del cuarteo



Nota: Recuperado de Jiménez Acuña & Elizondo Arrieta (2016)

Posterior a este proceso deben ser depositadas nuevamente en un balde limpio donde serán empacadas en una bolsa plástica y etiquetadas para su posterior análisis. La etiqueta debe contener la información detallada en la figura 10. El etiquetado se realizó con un rotulador permanente para evitar la confusión de muestras y pérdida de información.

Figura 11.

Etiqueta para muestra de suelo

Código de la muestra:	_____
Nombre del propietario:	_____
Uso de suelo:	_____
Fecha del muestreo:	_____
Profundidad del muestreo:	_____
Ubicación de la muestra en la parcela:	_____

Nota: Adaptado de Mendoza & Espinoza (2017)

El análisis y estudio de uso de suelo evalúan la extensión geográfica de productividad o de conservación de una zona, lo cual ayuda a describir los cambios producidos por factores sociales y económicos (OAS, 2015).

Además, se conoce que la información espacial obtenida de las imágenes satelitales y el uso conjunto de sistemas de información geográfica para su análisis, ayuda a identificar y cuantificar superficies y objetos de interés para gestionar adecuadamente las cuencas hidrográficas (Condori et al., 2018). Con base en lo mencionado, se procesó una imagen satelital (tabla 5) de la microcuenca de río Minas, dándoles el tratamiento digital pertinente para poder obtener cartografía del uso y aprovechamiento del suelo de la zona. Para validar la información obtenida de las imágenes satelitales, se utilizó la herramienta de posicionamiento global GPS, para georreferenciar las zonas de interés y mejorar la precisión del análisis.

Tabla 5.

Características de la imagen satelital utilizada

Imagen satelital	Resolución espacial	Fuente
LANDSAT 8	15 m x 15 m	USGS EarthExplorer

5.3.2.2 PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO

La caracterización de las muestras se realizó en dos laboratorios: (i) el de planta de Cochapamba de la JAAPyS de Baños y (ii) el del área de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Se determinaron cuatro parámetros (pH, densidad aparente, conductividad eléctrica y cantidad de materia orgánica) en cada muestra. Además de estas variables, se determinó el porcentaje de materia orgánica del suelo mediante la metodología propuesta por Walkley & Black (1934), este procedimiento consiste en la oxidación de la muestra mediante una mezcla de dicromato de potasio y una solución de ácido sulfúrico concentrado. El calor liberado da paso a la oxidación parcial del carbono, que a su vez reduce el dicromato, posterior a esto se titula el dicromato residual en conjunto con sal ferrosa. Este valor es el equivalente al contenido de carbono oxidado (Eyherabide et al., 2014). La ecuación 3 fue la utilizada para el cálculo del porcentaje de carbono orgánico de la muestra.

$$\%CO = \frac{0.003 \cdot (B - M) \cdot N \cdot (100 + pW)}{Wm} \quad (3)$$

Nota: Recuperado de Izquierdo Bautista & Arévalo Hernández (2021)

Dónde:

- 0.003 es el factor estequiométrico utilizado
- B representa el volumen en ml de la solución titulante utilizada
- M es el volumen en ml de la solución titulante empleada en la muestra

- N es la normalidad de la solución de sulfato ferroso en eq/l
- pW es el porcentaje de humedad de la muestra
- Wm representa el peso en g de la muestra

Finalmente, el % de materia orgánica se calcula mediante la ecuación 4, en la que se utiliza un factor de corrección (Eyherabide et al., 2014).

$$\%MO = 1.32 \times \%CO \quad (4)$$

Nota: Recuperado de Izquierdo Bautista & Arévalo Hernández (2021)

5.3.3 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FORESTAL DE LOS BOSQUES DE RIBERA

Las zonas ribereñas son zonas de transición e interacción entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, se caracteriza por tener una elevada variabilidad espacial y temporal conducida por condiciones bioclimáticas, geomorfológicas y de uso de suelo (Riis et al., 2020). En este contexto la vegetación riparia está conformada por franjas de especies vegetales que forman hábitats diversos y complejos, se extienden a lo largo la zona de inundación de quebradas, ríos, lagos, embalses y pantanos (Mendoza-Cariño et al., 2014). La vegetación ribereña regula los aportes de radiación solar, nutrientes y materia orgánica que ingresa a los cuerpos de agua, lo cual incide directamente en los patrones de distribución de las poblaciones acuáticas, las relaciones tróficas y los ciclos biogeoquímicos (Espinoza-Toledo et al., 2021).

La vegetación de las riberas constituye un componente esencial para determinar la salud de los cuerpos de agua, índice directamente en el bienestar de los habitantes a lo largo de la cuenca hidrográfica. Proporciona servicios ecosistémicos hidrológicos de regulación del caudal y mantenimiento de una calidad adecuada. El sistema radicular de las comunidades vegetales el transporte del agua en el suelo, lo que beneficia a la recarga de agua subterráneas y reducen la velocidad del caudal liberado lo que contribuye al mantenimiento de flujo base durante los periodos de sequía. Además la cubierta arbórea en conjunto con el aumento de la rugosidad

hidrológica contribuye a la reducción de los picos de inundación aguas abajo y a la erosión del suelo durante eventos extremos de precipitación (Riis et al., 2020). De igual manera, esta zona actúa como un filtro, en el que se retienen los sedimentos, nutrientes y demás contaminantes al adherirse a la superficie del suelo, esto a su vez contribuye con el desarrollo de las especies vegetales y hongos que se encuentran en esta zona (Mendoza-Cariño et al., 2014).

Por lo antes expuesto, se debe considerar la condición ecológica de las riberas de los ríos para llevar a cabo un análisis integral de los flujos de agua, por lo que se propone el uso del Índice de Calidad del Bosque Ribereño (QBR), planteado por Munné et al. (2003) y modificada en el protocolo para la región Austral del Ecuador propuesto por Acosta et al. (2014).

Para ello se utilizará la ficha de campo establecida en este protocolo, para ecosistemas de bosques de ribera (Anexo 2). En la que se puntúan aspectos como cobertura, composición y estructura vegetal, morfología de las riberas y el grado de intervención en la zona (canales, terrazas, terraplenes de protección contra inundaciones).

Este índice se centra en aspectos esenciales de la vegetación de ribera, agrupados en cuatro categorías. La primera parte analiza la extensión porcentaje de cobertura vegetal, se considera únicamente especies arbóreas y arbustivas; además de tener una consideración especial por el grado de conectividad que existe, pues si hay continuidad natural y completa se suma 5 punto, de lo contrario si la conectividad es menor al 25% se resta 5 puntos (Acosta et al., 2014).

El segundo apartado analiza la estructura de la cubierta, centrándose en el tipo de especies que conforman la zona riparia, la puntuación se realiza según los criterios expuestos en las fichas de campo. La tercera categoría considera si las especies que se encuentran son nativas o introducidas, y se valora negativamente las prácticas antrópicas que modifiquen la cobertura. La última sección se valora la calidad del

canal del río según la naturalidad o las modificaciones que se presentan (Acosta et al., 2014).

El puntaje que se le asigna a cada apartado es máximo de 25 y mínimo 0, incluso si con las consideraciones complementarias expuestas en el protocolo sobrepasan o quedan por debajo de este rango, el valor total del QBR máximo es 100 (Acosta et al., 2014). Así, se obtiene un único valor que se clasifica según los criterios exhibidos en la tabla 5.

Tabla 6.

Clasificación de la calidad de la vegetación determinada por el índice QBR

QBR	Calidad correspondiente	Color asignado
≥ 96	Estado natural, estado perfecto de conservación	
76-95	Buena, ligera perturbación	
51-75	Aceptable, inicio de perturbación importante en el área	
26-50	Mala, presenta una alteración fuerte	
≤ 25	Pésimo, degradación o alteración muy fuerte	

Nota: Adaptado de Munné et al. (2003), Acosta et al. (2009), Palma et al. (2009) y Moreno-Jiménez et al. (2022).

En el contexto del presente estudio, se seleccionaron cuatro secciones consideradas de particular importancia dentro de las cuales se calculó el índice QBR, mismas que se describen a mayor detalle en la tabla 6 y su ubicación se indica en la figura 10.

Tabla 7.

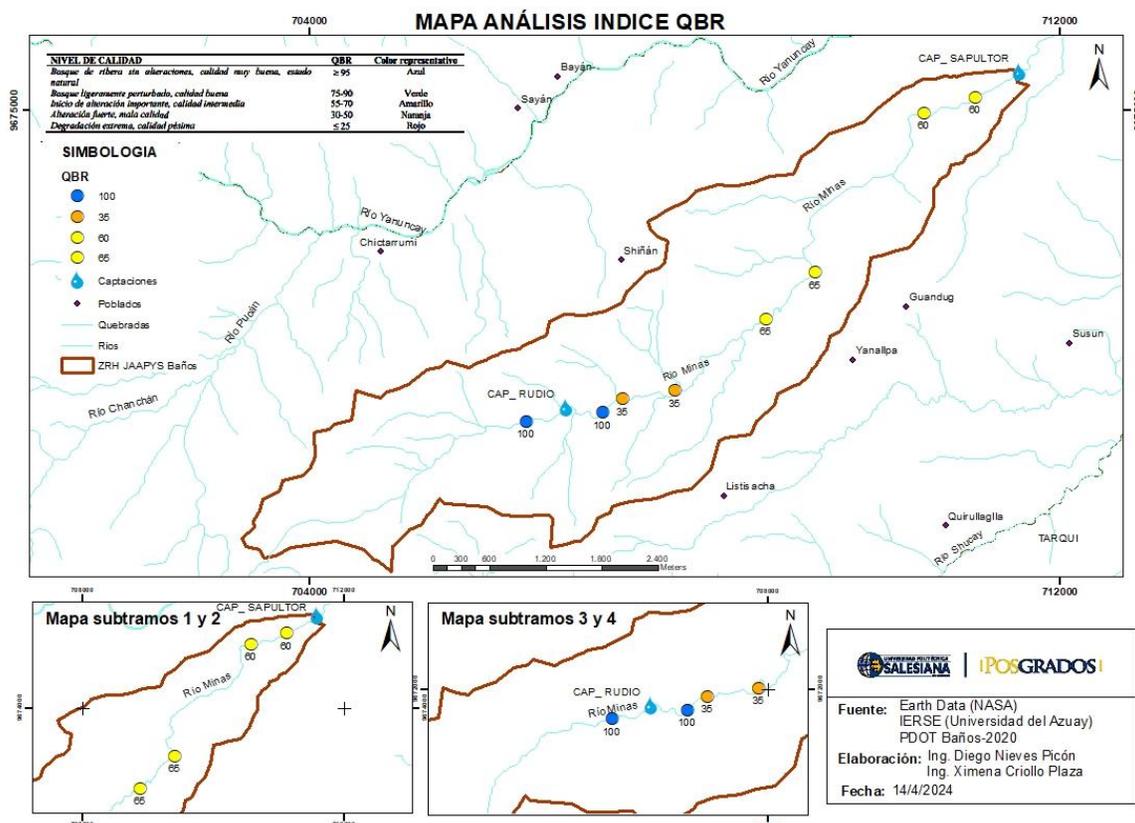
Descripción de las secciones de evaluación

Código	Coordenadas		Ubicación	Descripción
	Inicio	Final		
Subtramo 1	711110 m E; 9675144 m S	710558 m E; 9674946 m S	Aguas arriba de la captación de Sapultor	Disminución en la abundancia de vegetación ribereña, distanciándose del estado natural del río
Subtramo 2	708871 m E; 9671770 m S	709400 m E; 9673268 m S	Aguas arriba de la captación Sapultor	Disminución bosque ribereño en lateral izq. de ribera, observándose medianas áreas sin cobertura vegetal
Subtramo 3	707892 m E; 9672007 m S	707340 m E; 9671918 m S	Pastizales de la Comuna Hato de Zhiñan	Ausencia de un bosque ribereño, señalando una importante área sin cobertura vegetal
Subtramo 4	707123 m E; 9671769 m S	706313 m E; 9671675 m S	Aguas arriba de la captación de Rudio	Vegetación ribereña más densa, indicativa de condiciones más

favorables para el
ecosistema

Figura 12.

Subtramos para el análisis de la cobertura riparia



5.4 GENERACIÓN DEL PLAN DE CONSERVACIÓN COMUNITARIO PARA EL APROVECHAMIENTO HÍDRICO SOSTENIBLE

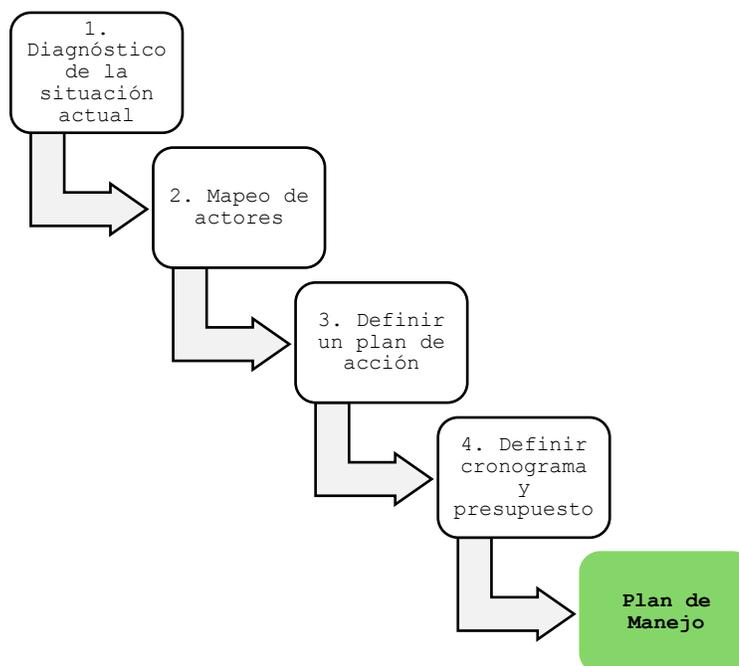
La investigación ambiental trata esencialmente de encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico y la sustentabilidad ambiental, así como la producción

de herramientas para regular y prevenir los abusos directos e indirectos hacia el medio ambiente. Parte del problema es la mala o deficiente educación ambiental en todos los niveles. No obstante, la investigación no debe limitarse a expertos en estos temas sino también a todo el sistema educativo y comunitario, garantizando así resultados exponenciales que lograrán una conciencia global de la sociedad afectada (Dellavedova, 2011).

La metodología a general a seguir se plantea en la figura 10. El primer paso para realizarlo es el diagnóstico de la situación actual de la zona de estudio, la cual se la realizará mediante el establecimiento de la línea base a través de los componentes ambientales y sociales establecidos anteriormente. Los pasos 2 y 3 se desarrollan mediante un enfoque ecosistémico, el cual se describe en los párrafos posteriores. En el paso final se define el tiempo en que las acciones se estiman en ser aplicadas y los recursos técnicos y económicos necesarios. Cabe destacar que durante la aplicación del plan puede verse sujetos a cambios para adaptarse a un lugar determinado.

Figura 13.

Pasos a seguir



La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, a través de la Comisión de Gestión de Ecosistemas (CEM por sus siglas en inglés *Commission on Ecosystem Management*) crearon la guía de 5 pasos para la implementación de un plan de manejo comunitario con Enfoque Ecosistémico (tabla 8), en el que implican un rango de acciones que se basan en los 12 principios de este enfoque, que ya han sido mencionados en apartados anteriores (Shepherd, 2006).

Tabla 8.

Descripción de los 5 pasos para la implementación de plan de manejo comunitario con Enfoque Ecosistémico

Paso	Descripción
Paso A	Determinando los actores principales, definir el área del proyecto y establecer las relaciones existentes
Paso B	Caracterizando la estructura y función del ecosistema, y establecer instrumentos el monitoreo

Paso C	Identificar aspectos sociales y económicos relevantes que representan una amenaza para los ecosistemas y sus habitantes.
Paso D	Determinar el impacto en el ecosistema mediante revisión de literatura
Paso E	Establecer metas y objetivos flexibles y adaptables al medio

Nota: Adaptado de Shepherd (2006)

En primera instancia, realizar estudios preliminares del medio en el cual se evaluarán los efectos y la concreción que este proyecto generará en el sitio de estudio. Por tanto, se analizará y definirán las áreas de influencia, límites que serán preferiblemente determinados por la información recopilada en los grupos sociales y acorde a las actividades económicas presentes, las presiones y amenazas locales para así poder realizar un adecuado establecimiento de medidas de conservación (Simón et al., 2013).

Para este análisis de priorización de determinadas zonas se tomarán en cuenta los sitios que se identifiquen con daños considerables o que presenten omisiones en su grado de conservación. Basados en la cartografía de análisis más reciente de la microcuenca hidrográfica se aplicará la metodología para la identificación de estos sitios prioritarios para conservación de biodiversidad. Esta metodología implicará la recopilación de información de diferentes fuentes como cartografía temática que se obtendrá del sistema Nacional de información o también de instituciones que cuenten con este tipo de información clave para la conservación. Los sitios podrán ser clasificados con base a una calificación con niveles de prioridad como: extremo, alto y medio (Aguilar et al., n.d.).

Además, con base a los datos recopilados de los actores clave de la microcuenca del río Minas y la información proveniente de análisis

cuantitativos y cualitativos del área en indagación, se planteará medidas de acción, control y monitoreo para la conservación de la zona, tomando en cuenta que este debe responder a un manejo integral de las comunidades e instituciones que aprovechan los servicios ecosistémicos del río Minas, de manera que el recurso hídrico pueda ser aprovechado de manera sostenible.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 RESULTADOS

6.1.1 ANÁLISIS SOCIAL

6.1.1.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra se consideran los datos del PDOT, en el que se expone que dentro de las comunidades que componen la microcuenca del río Minas, existe una población de 1941 personas, distribuidas en 200 familias que son propietarias de 472 predios (GAD Parroquial de Baños, 2020). De esta manera se determinó, a través de la ecuación 1, que la muestra es de 321 personas, a quienes se le realizó la encuesta.

6.1.1.2 VULNERABILIDAD SOCIAL

Mediante la encuesta aplicada se obtuvo información de las características demográficas que presentan y acerca del conocimiento, influencia y disposición que tienen para participar en proyectos relacionados a la conservación y restauración de los paisajes de la microcuenca del río Minas. En primera instancia, se tiene que la distribución de los habitantes por sexo es prácticamente equitativa, como se puede observar en la figura 14 y tabla 9, sin embargo, existe un sesgo de más del 10% para las personas de sexo masculino.

Figura 14.

Distribución por sexo de la población



Tabla 9.

Frecuencias de la distribución por sexo de la población

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	142	44.38 %
Masculino	178	55.62 %

La edad mediana de los encuestados es de 56 años. El 37.81% de los pobladores pertenece a la denominación de Adultos/as Mayores (< 65 años), solo el 10.31% concierne a los y las jóvenes (hasta 30 años) y el porcentaje restante (51,88%) corresponde a la población económicamente activa o en edad de trabajar.

Los datos recopilados con respecto a la edad de la población fueron clasificados en rangos para mejorar su visualización e interpretación (figura 15 y tabla 10).

Figura 15.

Distribución de la población por rango etario

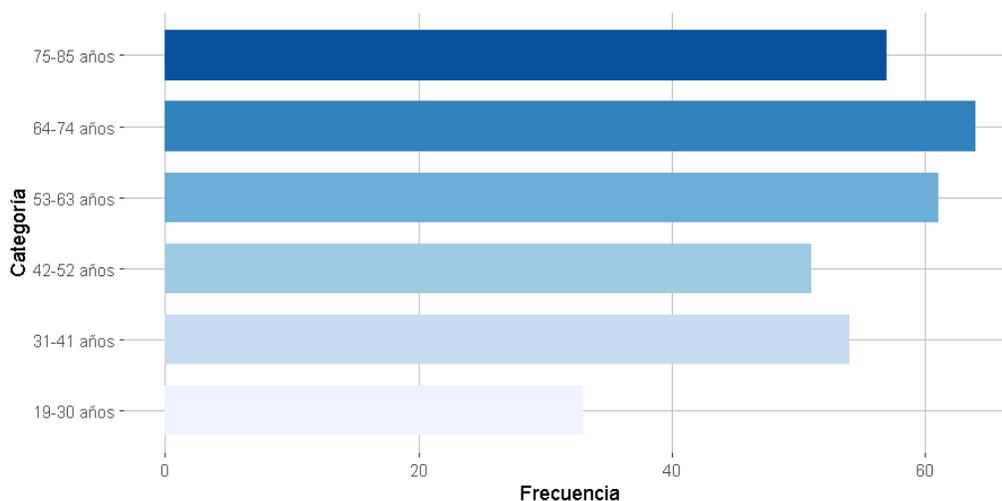


Tabla 10.

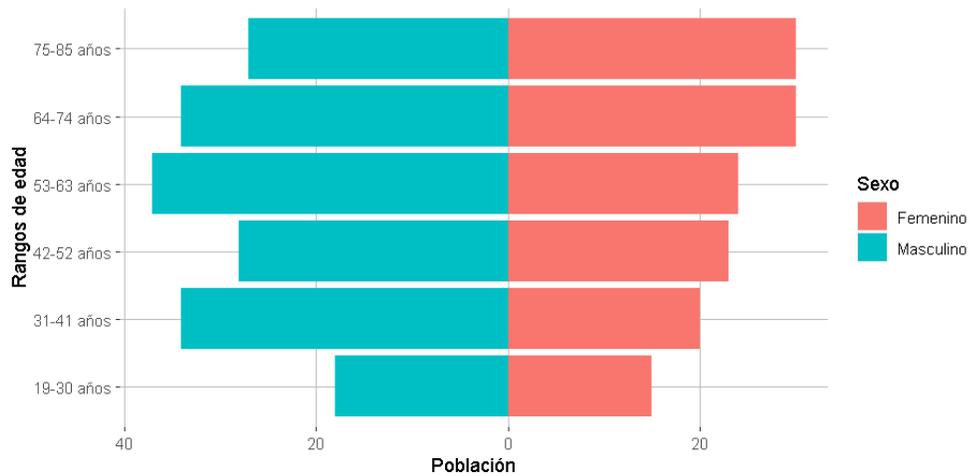
Tabla de frecuencias por rango etario

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
19 – 30 años	33	10.31 %
31 – 41 años	54	16.88 %
42 – 52 años	51	15.94 %
53 – 63 años	61	19.06 %
64 – 74 años	64	20.00 %
75 – 85 años	57	17.81 %

A partir de los datos de edad y sexo, se generó la pirámide poblacional de la población, la cual se puede observar en la figura 16. Aquí se puede notar una estructura regresiva, lo que se interpreta como una población con tendencia hacia el envejecimiento, además presenta cierta desigualdad, con respecto al sexo de los habitantes, en los primeros bloques del gráfico.

Figura 16.

Pirámide poblacional



Con respecto a las actividades podemos observar (figura 17 y tabla 11) que la población, mayoritariamente se dedica a actividades agrícolas y la ganaderas con un 50.94%, seguido de trabajo por relación de dependencia (empleado) con un 27.19%, las personas que se dedican al comercio solo representan el 7.81%, finalmente el 3.75% son estudiantes.

Figura 17.

Actividades productivas de la población

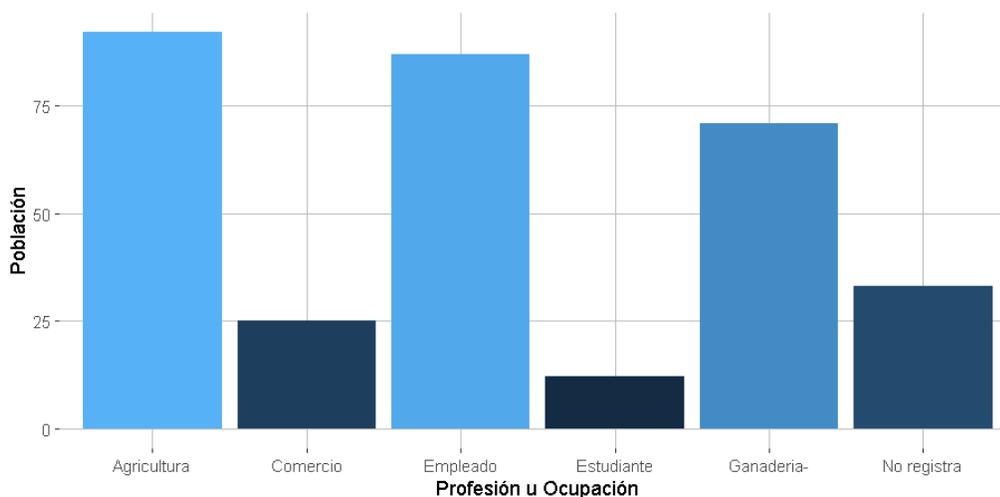


Tabla 11.
Frecuencias de las actividades productivas de la población

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	92	28.75%
Comercio	25	7.81%
Empleado	87	27.19%
Estudiante	12	3.75%
Ganadería	71	22.19%
No registra	33	10.31%

En la figura 18 y tabla 12, se presentan la clasificación de las actividades productivas clasificadas por sexo, en la que se muestra que, en todas las categorías, a excepción de la de estudiante, los hombres son las que en su mayoría se dedican a realizar estas labores.

Figura 18.
Distribución de actividades productivas por sexo

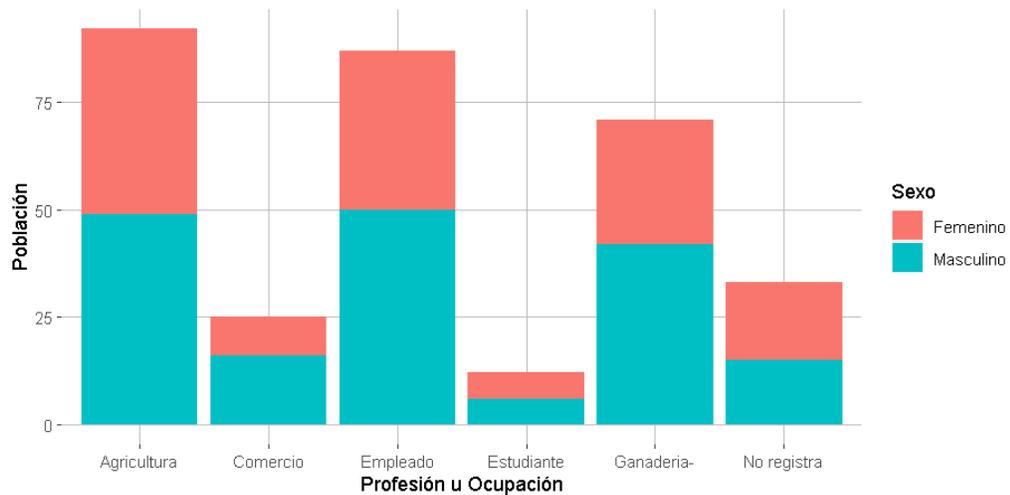


Tabla 12.
Distribución de las actividades productivas por sexo

Sexo	Femenino		Masculino	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Agricultura	43	46.74 %	49	53.26 %
Comercio	9	36.00 %	16	64.00 %
Empleado	37	42.53 %	50	57.47 %
Estudiante	6	50.00 %	6	50.00 %
Ganadería	29	40.85 %	42	59.15 %
No registra	18	54.54 %	15	45.46 %

El tiempo de residencia en el sector es mayoritariamente (91.88%) de más de 10 años, un 6.56% habita en el sector por un periodo más corto de 5 a 10 años y la minoría (1.56%) reside en la zona de estudio por relativamente poco tiempo, es decir de 2 a 5 años.

Figura 19.

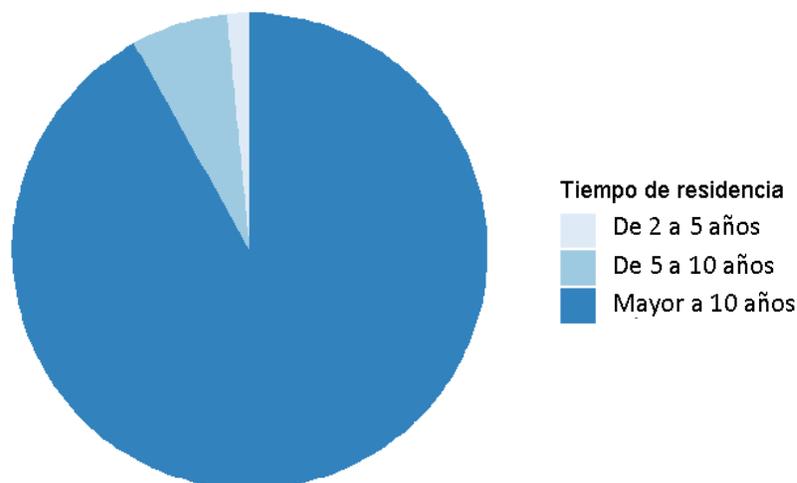


Tabla 13.

Tabla de frecuencias del tiempo de residencia de la población de la microcuenca del río Minas

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
De 2 a 5 años	5	1.56 %
De 5 a 10 años	21	6.56 %
Mayor a 10 años	294	91.88 %

La formación académica es, en gran parte (69.69%), primaria es decir solo cursaron 6 o 7 años de educación dentro de un establecimiento educativo, el 20.94% cuenta con educación secundaria, equivalente a 12 o 13 años dentro del sistema educativo ecuatoriano y solo el 9.06% cuenta con educación de tercer nivel. Una sola persona no registra su nivel educativo.

Figura 20.

Formación académica de la población

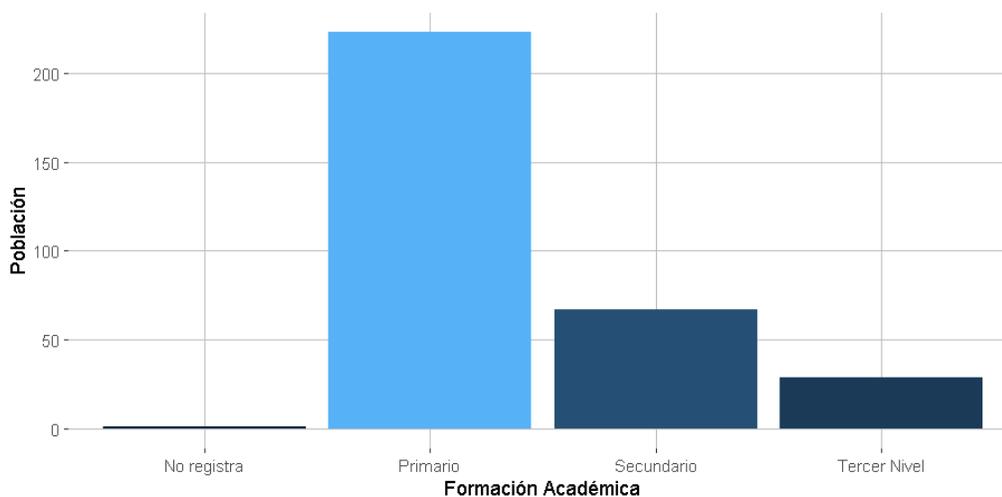
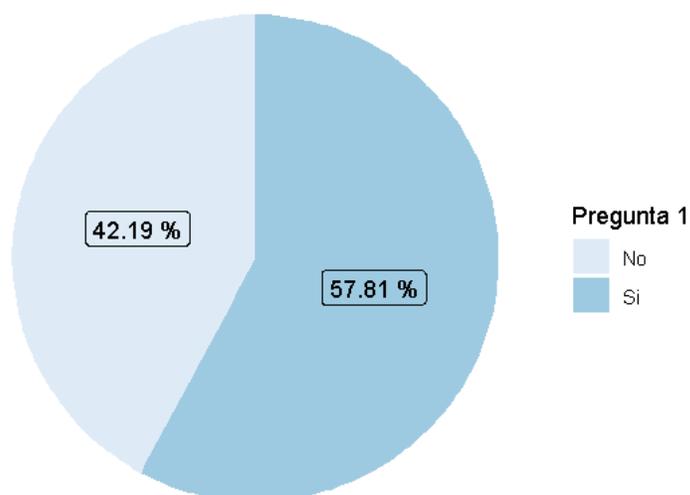


Tabla 14.
Frecuencia de la formación académica de la población

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Primario	223	69.69 %
Secundario	67	20.94 %
Tercer Nivel	29	9.06 %
No registra	1	0.31 %

La primera pregunta de la encuesta realizada consulta a la población si en algún momento se ha recibido algún tipo de capacitación en temáticas ambientales. Los resultados obtenidos fueron de un 57.81% para la respuesta afirmativa y un 42.19% para la opción del no (figura 21).

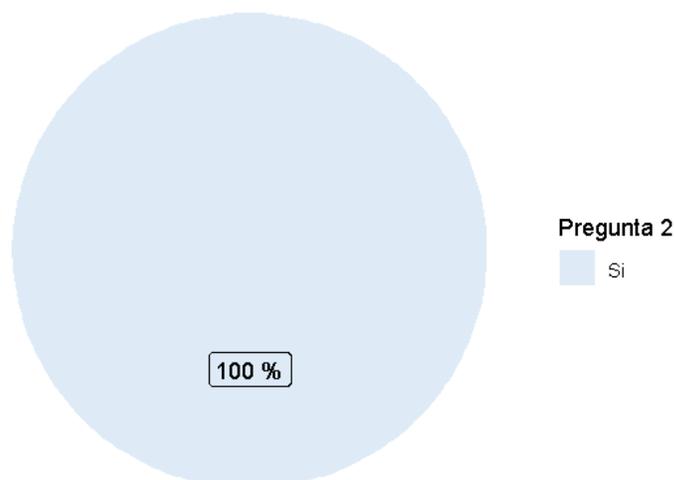
Figura 21.
Resultados de la pregunta 1



En la pregunta 2 se plantea la interrogante sobre la importancia que tiene la conservación ambiental. La totalidad de la población (100%) considera importante el tema de la conservación ambiental en su lugar de residencia (figura 22)

Figura 22.

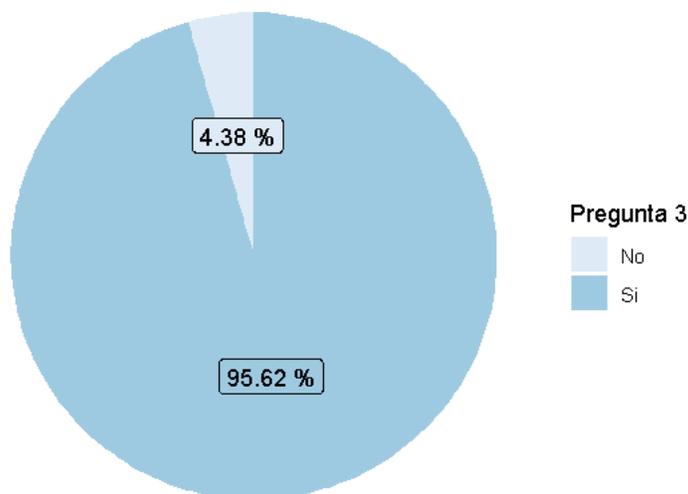
Resultados de la pregunta 2 de la población



En la pregunta 3 se consulta si se conoce o no acerca de las instituciones que utilizan los recursos naturales. La mayoría de la población (95.62%) afirma que conoce y solo el 4.38% no tiene conocimiento al respecto.

Figura 23.

Aceptación de la población hacia la pregunta 3



En la pregunta 3.1 se apela al conocimiento de los pobladores acerca de cuáles son las instituciones que utilizan los recursos que se encuentran dentro del sitio de estudio. La mayoría de la población respondió empresas de agua potable (95.62%) y un 4.38% indicó sobre organizaciones encargadas del agua potable y riego, tal y como se puede advertir en la figura 24 y en la tabla 15.

Los valores presentados en la figura 24 y en la tabla 15 se calcularon en base a la población total, incluyendo a quienes no respondieron o para aquellos que no aplicaba esta pregunta. Sin embargo, no se muestra la categoría "No aplica", por lo que las cifras totales podrían no sumar 320 o 100% según sea el caso.

Figura 24.

Tipo de empresas identificadas por la población que utilizan recursos naturales dentro de la microcuenca del río Minas

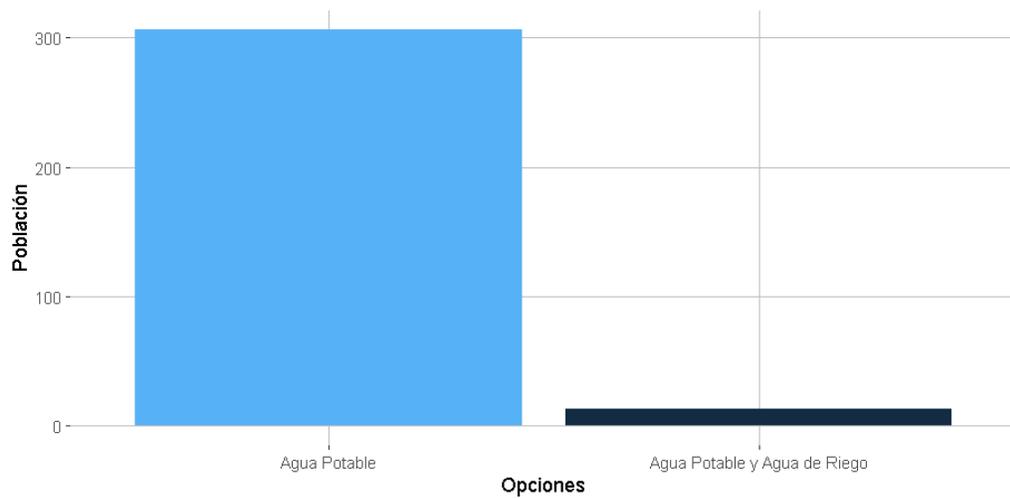


Tabla 15.

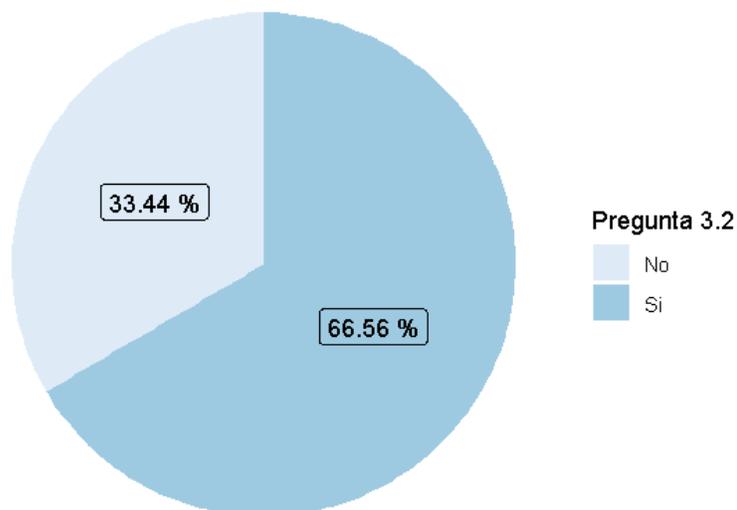
Frecuencias del tipo de empresas identificadas por la población que utilizan recursos naturales dentro de la microcuenca del río Minas

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Agua potable	306	95.62 %
Agua potable y agua de riego	13	4.38 %

La pregunta 3.2 tiene el siguiente enunciado: ¿Conoce usted si estas instituciones realizan acciones para conservar o restaurar el ambiente? Se observa que el 66.56% de la población respondió si y el porcentaje restante (33.44%) replicó que no (figura 25).

Figura 25.

Conocimiento de la población de la microcuenca del río Minas hacia la pregunta 3.2



Se consultó, mediante la pregunta 3.2.1, sobre las acciones a favor del cuidado, conservación y restauración del medioambiente que la población identifica que las instituciones que utilizan los recursos naturales realizan dentro de la microcuenca del río Minas. Entre los resultados se tiene a las actividades de reforestación con un 19.69%, mientras tanto las actividades relacionadas con la educación ambiental a través de distintos mecanismos como talleres, capacitaciones y campañas, ocupan un total de 46.88% (figura 26 y en la tabla 16).

Los valores presentados en la figura 26 y en la tabla 16 se calcularon en base a la población total de 320, incluyendo a quienes no respondieron o para aquellos que no aplicaba esta pregunta. Sin embargo, no se muestra la categoría "No aplica ", por lo que las cifras totales podrían no sumar 320 o 100% según sea el caso.

Figura 26.

Actividades que realizan las instituciones a favor del cuidado, conservación y restauración del medioambiente dentro de la microcuenca del río Minas identificadas por la población

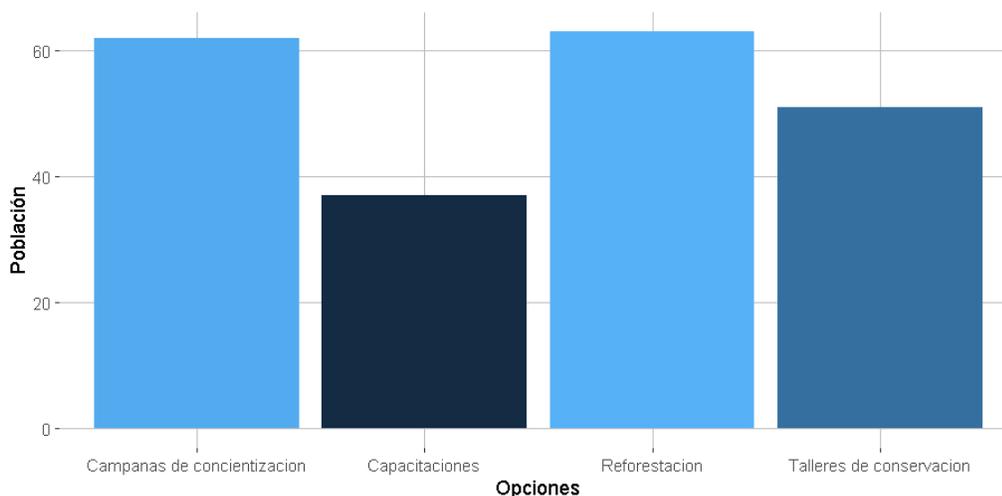


Tabla 16.

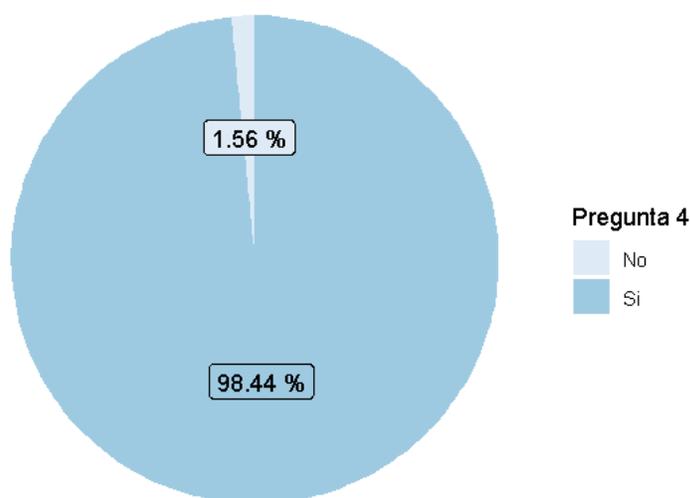
Frecuencia de las respuestas de actividades que realizan las instituciones a favor del cuidado, conservación y restauración del medioambiente dentro de la microcuenca del río Minas identificadas por la población

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Campañas de concientización	62	19.38 %
Capacitaciones	37	11.56 %
Reforestación	63	19.69 %
Talleres de conservación	51	15.94 %

El enunciado de la pregunta 4 es el siguiente: ¿Usted o sus familiares directos son propietarios de predios de la zona? Los resultados obtenidos tras la tabulación de encuestas permitieron conocer que el 98.44% de los encuestado o miembros de su familia eran los titulares de la propiedad en el sector, mientras que el 1.56% no.

Figura 27.

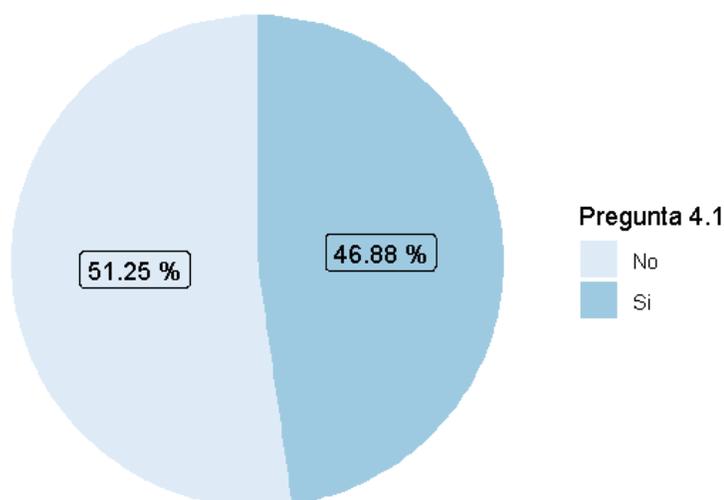
Porcentaje de la población que es propietaria del predio en la microcuenca del río Minas



Las personas que respondieron afirmativamente a la pregunta 4, responden la pregunta 4.1 en la que se pregunta acerca del conocimiento o desconocimiento acerca de las actividades que pongan en riesgo el agua u otros recursos naturales dentro de la cuenca del río Minas. Las respuestas obtenidas (figura 28), en su mayoría con un 51.25% los habitantes señalan que no conocen sobre las actividades que afectan los recursos naturales en el sector, mientras que el 46.88% si tiene conocimiento.

Figura 28.

Aceptación hacia la pregunta 4.1



Los porcentajes presentados en la figura 28 se calcularon en base a la población total de 320, incluyendo a quienes no respondieron o para aquellos que no aplicaba esta pregunta. Sin embargo, no se muestra la categoría "No aplica ", por lo que las cifras totales podrían no sumar 100%.

En la pregunta 4.1.1 se cuestiona sobre las actividades que la población conoce que causan daño a los ecosistemas naturales. Entre las respuestas que se encontraron están el pisoteo del ganado (16.88%), uso de agroquímicos (15%), la deforestación (13.44%), vehículos de tracción en los páramos (1.25%) y quema de bosques (0.31%) (figura 29 y tabla 17).

Los valores presentados en la figura 29 y en la tabla 17 se calcularon en base a la población total, incluyendo a quienes no respondieron o para aquellos que no aplicaba esta pregunta. Sin embargo, no se muestra la categoría "No aplica ", por lo que las cifras totales podrían no sumar 320 o 100% según sea el caso.

Figura 29.

Actividades que son un riesgo para los recursos naturales reconocidas por la población

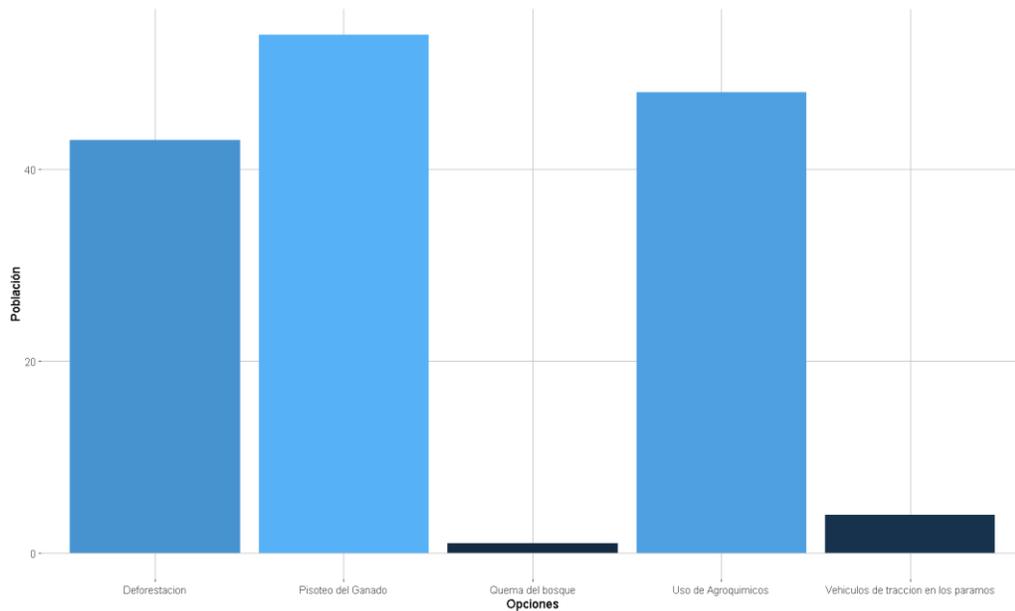


Tabla 17.

Frecuencia de las actividades que son un riesgo para los recursos naturales conocidas por la población

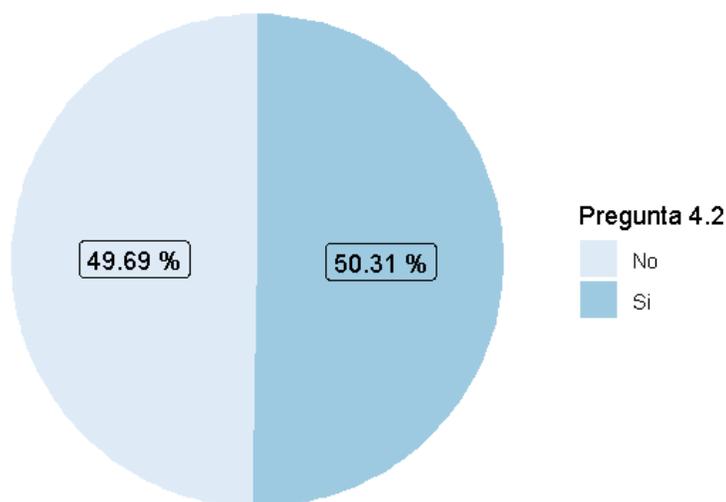
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Deforestación	43	13.44 %
Pisoteo de ganado	54	16.88 %
Quema de bosque	1	0.31 %
Uso de agroquímicos	48	15.00 %
Vehículos de tracción en los páramos	4	1.25 %

El enunciado de la pregunta 4.2 es: ¿Estaría usted dispuesto a colaborar con sus vecinos e instituciones para conservar y recuperar zonas afectadas? Los

resultados obtenidos tras la tabulación de resultados son prácticamente equitativos, pues el 50.31% respondió que sí y el 49.69% que no.

Figura 30.

Aceptación hacia la pregunta 4.2



Las personas que respondieron que no a la pregunta 4.2, tienen la oportunidad de justificar su negativa en la pregunta 4.2.1. La mayoría (43.44%) dice que no tiene disposición para participar en proyectos de conservación, el 24.69% afirma que en caso de participar en este tipo de proyectos perderá su actividad productiva o no creen que ese sea el propósito de los predios, el 12.81% teme perder la totalidad o parte de su terreno y finalmente el 12.19% no percibe compensaciones de estos programas y/o proyectos (figura 31 y tabla 18).

Figura 31.

Razones por la que la población no participaría en programas o proyectos de conservación

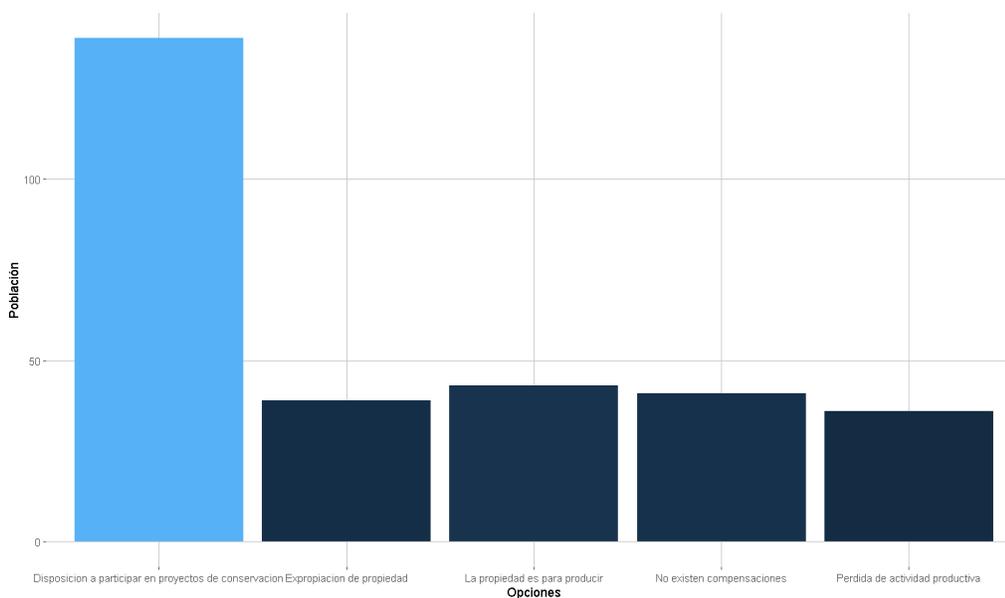


Tabla 18.

Frecuencia de las razones por la que la población no participaría en programas o proyectos de conservación

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Disposición a participar en proyectos de conservación	139	43.44%
Expropiación de propiedad	39	12.19%
La propiedad es para producir	43	13.44%
No existen compensaciones	41	12.81%

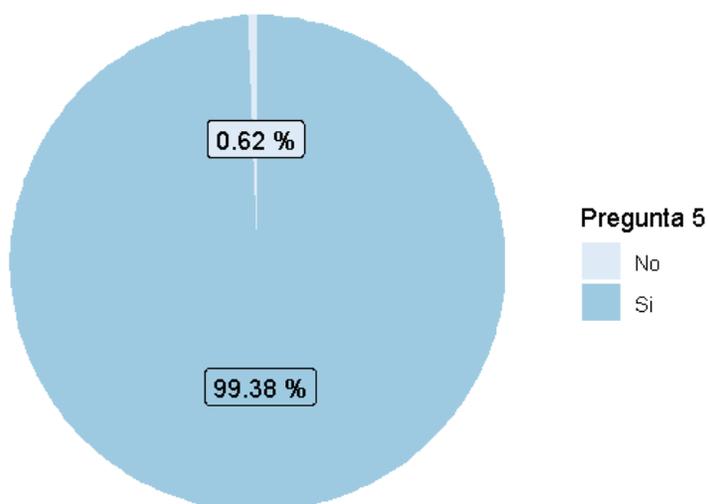
Pérdida de actividad productiva	36	11.25%
---------------------------------	----	--------

Los valores presentados en la figura 31 y en la tabla 1 se calcularon en base a la población total, incluyendo a quienes no respondieron o para aquellos que no aplicaba esta pregunta. Sin embargo, no se muestra la categoría "No aplica", por lo que las cifras totales podrían no sumar 320 o 100% según sea el caso.

La pregunta 5 plantea la siguiente interrogante: Sí instituciones locales o nacionales impulsaran proyectos de conservación basados en la compensación ambiental, ¿participaría? El 99.38% de la población respondió afirmativamente, el 0.62% no le interesa participar.

Figura 32.

Aceptación de la población hacia la pregunta 5



La pregunta 5.1 consulta sobre los incentivos o motivaciones que se tendría que ofrecer a la población para que se involucre en proyectos de conservación, entre las respuestas que se obtuvieron están: apoyo técnico y mejora de productividad con un 49.39%, incentivos de sociobosque o similares con un 22.50%, impulsar actividades agroecológicas con un 21.25%, cuidado y conservación del

medioambiente y mantenimiento de servicios ecosistémicos 5.94%, entre aquellos que no están dispuestos a participar se tienen justificaciones que radican en el no tener abastecimiento de agua para actividades productivas o simplemente no le interesa (0.62%) (figura 33 y tabla 19).

Figura 33.

Incentivos que permitirían a la población de la microcuenca del río Minas la aceptación de programas de y/o proyectos de conservación

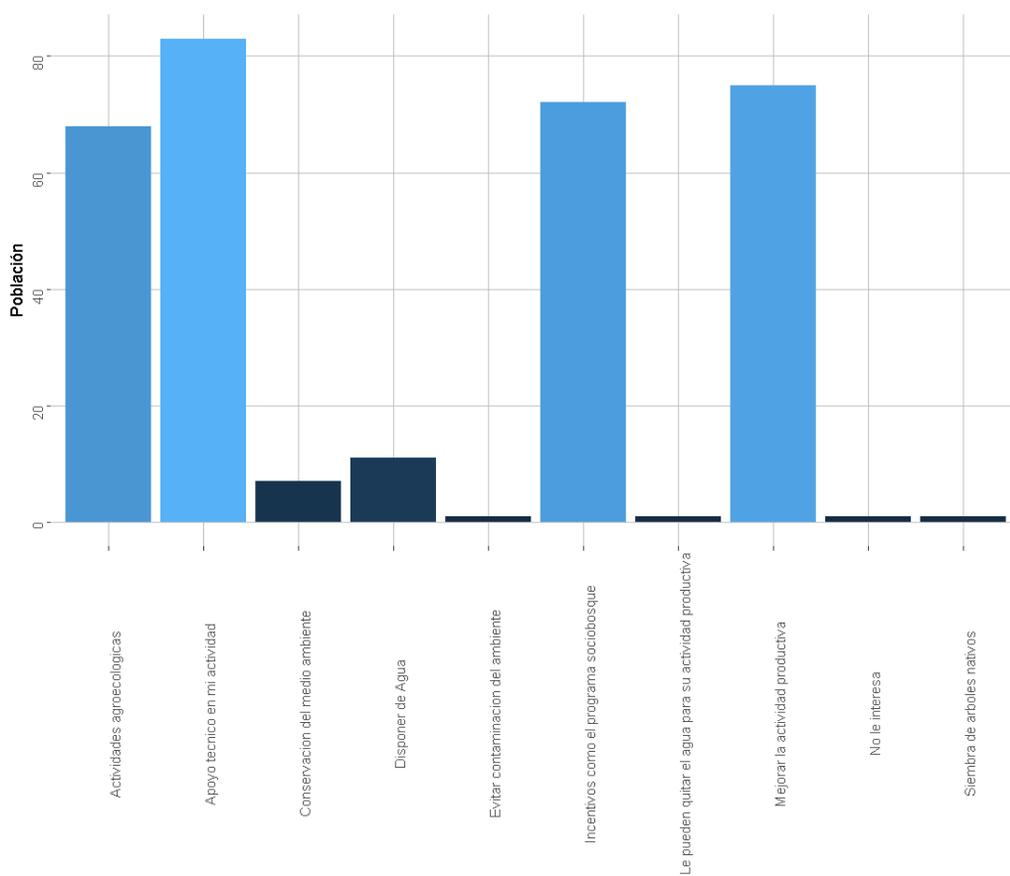


Tabla 19.

Frecuencias de los incentivos que permitirían a la población de la microcuenca del río Minas la aceptación de programas de y/o proyectos de conservación

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Actividades agroecológicas	68	21.25%
Apoyo técnico en mi actividad	83	25.94%
Conservación del medio ambiente	7	2.19%
Disponer de Agua	11	3.44%
Evitar contaminación del ambiente	1	0.31%
Incentivos como el programa sociobosque	72	22.50%
Le pueden quitar el agua para su actividad productiva	1	0.31%
Mejorar la actividad productiva	75	23.44%
No le interesa	1	0.31%
Siembra de arboles nativos	1	0.31%

6.1.1.3 CALIDAD DEL AGUA DETERMINADA

Los resultados obtenidos Índice de Calidad NSF se presentan por año y para cada uno de los puntos en los que se monitorearon los parámetros antes mencionados. En el caso del punto de Cochapampa, en las figuras 34 a la 36, se observa que la calidad del agua está entre buena y excelente para todos los años de evaluación.

Figura 34.

Gráfico del índice de Calidad del Agua en Cochapamba en 2021

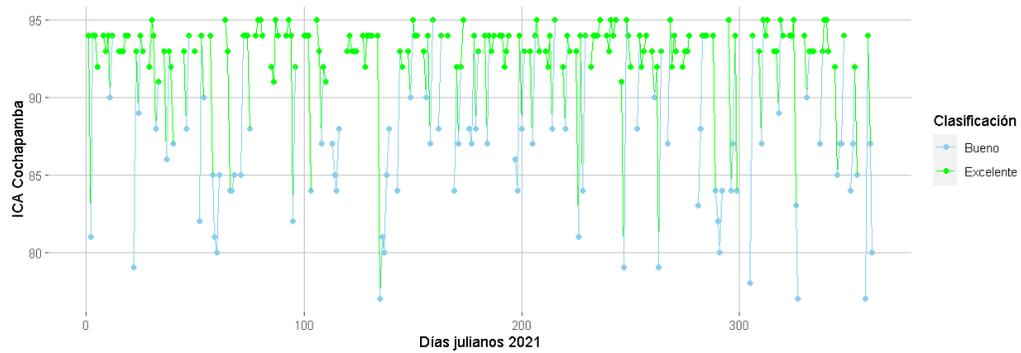


Figura 35.

Gráfico del índice de Calidad del Agua en Cochapamba en 2023

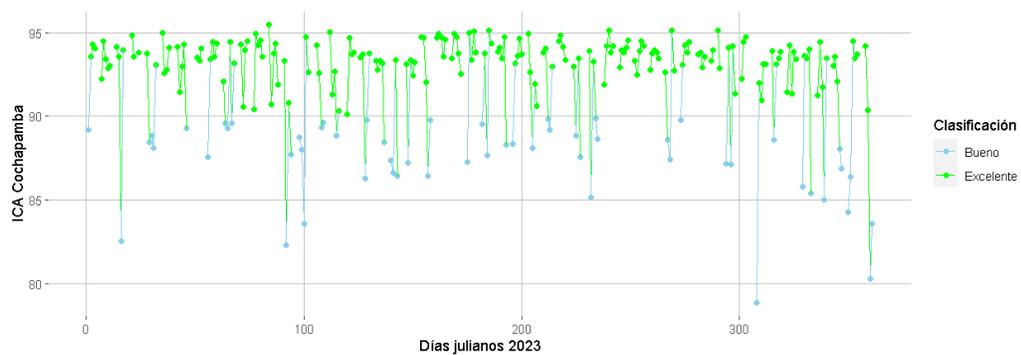
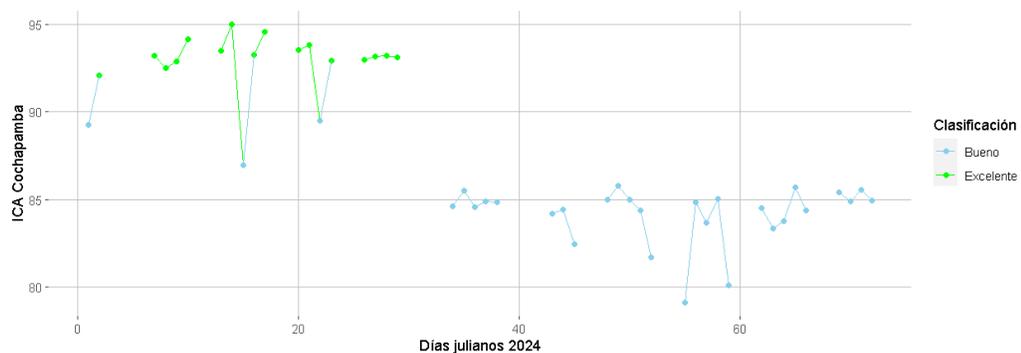


Figura 36.

Gráfico del índice de Calidad del Agua en Cochapamba en 2024



Los valores máximos del ICA en Cochapamba alcanzan los 95 puntos en todos los años, los valores mínimos son relativamente iguales tomando valores en un rango de 77 a 79. La media toma los valores más bajos en el año de 2024, evidenciando una calidad buena, sin embargo, para 2021 y 2023 la calidad fue excelente. Dado que posee valores de varianza y desviación estándar son bajos, por lo que la media es una medida representativa para emitir el presente análisis. Los parámetros de estadística descriptiva se muestran a continuación (tabla 20).

Tabla 20.

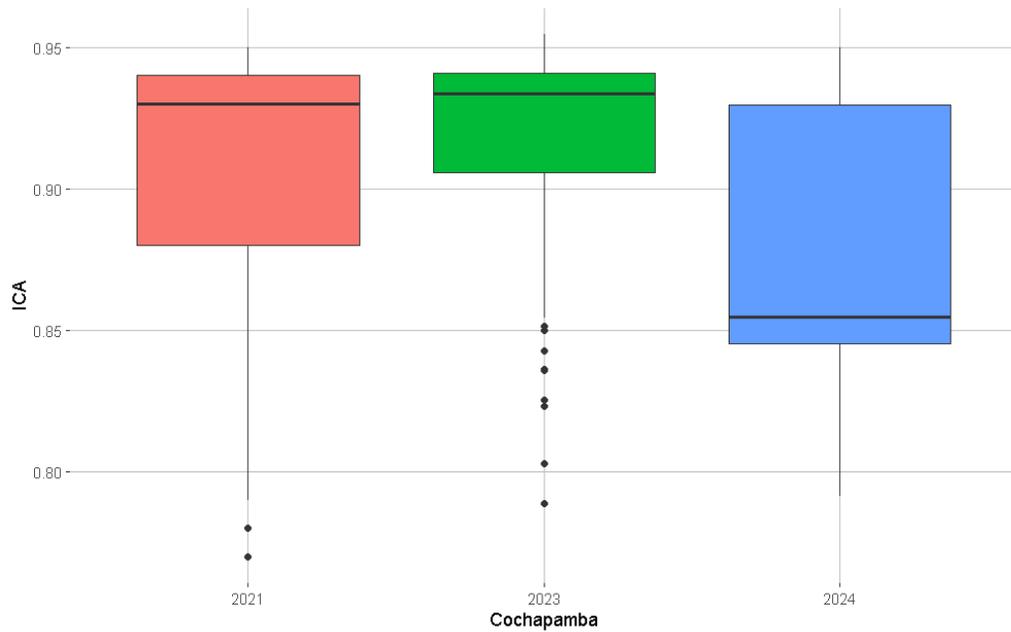
Estadísticas descriptivas del ICA evaluado en el punto de Cochapamba

Parámetro	2021	2023	2024
Valor máximo	0.95	0.95	0.95
Valor mínimo	0.77	0.78889	0.79137
Media	0.907	0.920697	0.876628
Mediana	0.93	0.933623	0.854665
Varianza	0.0020682	0.000902	0.002067
Desviación estándar	0.0454779	0.030028	0.045469

En la figura 37 se puede evidenciar que la dispersión de datos es mayor en los años 2021 y 2024, mientras que en el año 2023 se evidencia mayor cantidad de valores que se encuentran por debajo de primer cuartil.

Figura 37.

Boxplot ICA del punto de Cochapamba



Para el caso del ICA calculada para el punto de Rudio podemos observar que durante los años 2021 y 2023 (figuras 38 y 39) la calidad del agua fue predominantemente Excelente, sin embargo, para el periodo de 2024 del que se tienen datos, la calidad varía entre excelente para el comienzo del año y disminuye a buena en los últimos meses (figura 40).

Figura 38.

Gráfico del índice de Calidad del Agua en Rudio en 2021

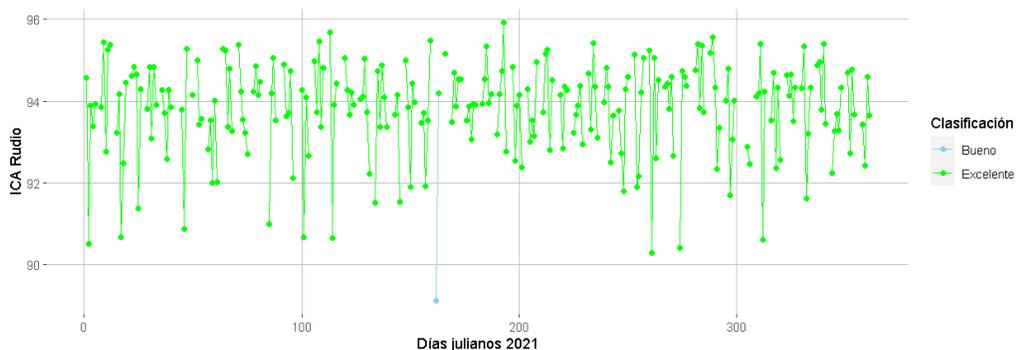


Figura 39.

Gráfico del índice de Calidad del Agua en Rudio en 2023

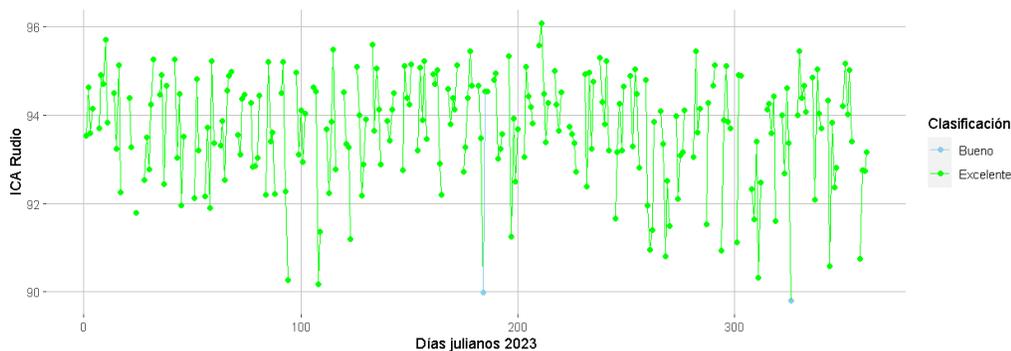
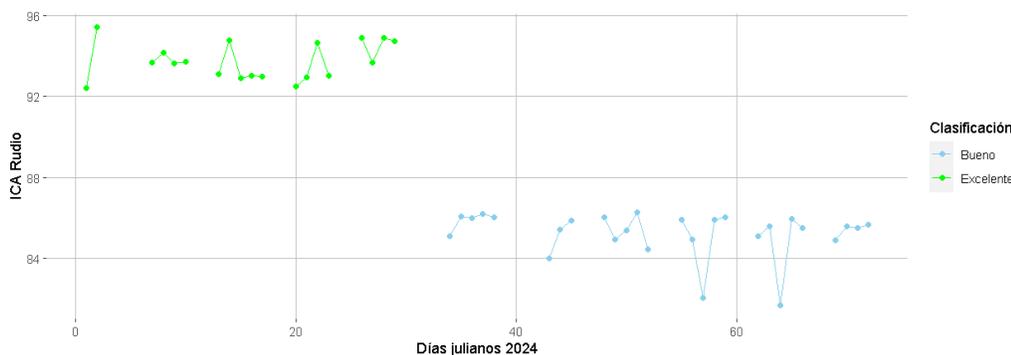


Figura 40.

Gráfico del índice de Calidad del Agua en Rudio en 2024



Al igual que en el punto de Cochapamba, la varianza y desviación estándar toman valores bajos por lo que la media es representativa. La media en los años 2021 y 2023 se interpreta como una calidad de agua excelente, mientras que es buena para 2024. Los valores máximos son similares y superan en todos los casos los 95 puntos, en cuanto a los mínimos presentan mayor diferencia, para 2024 también alcanzan los valores más bajos. Se calcularon parámetros de estadística descriptiva para el punto de Rudio (tabla 21).

Tabla 21.

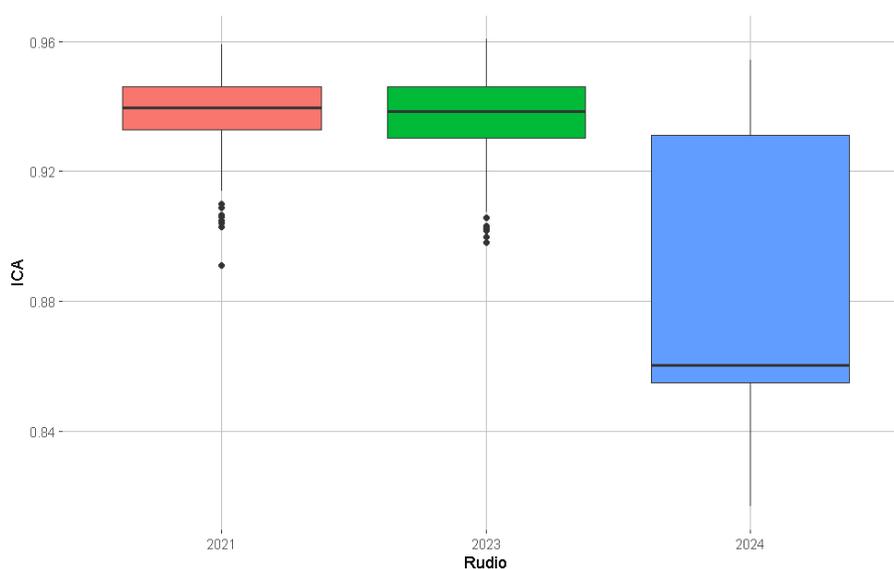
Estadísticas descriptivas del ICA evaluado en el punto de Rudio

Parámetro	2021	2023	2024
Max	0.959155	0.960714	0.954186
Min	0.891177	0.898059	0.816833
Media	0.938038	0.936756	0.88769
Mediana	0.939691	0.938493	0.860443
Varianza	0.000136	0.000153	0.001895
Desviación típica	0.011659	0.01237	0.043531

La dispersión que presentan los datos es baja para los dos primeros años y aumenta para 2024 (figura 41). También en 2021 y 2023 se evidencia mayor cantidad de valores que se encuentran por debajo de primer cuartil.

Figura 41.

Boxplot ICA del punto de muestreo de Rudio



6.1.1.4 CALIDAD EDÁFICA DE LOS BOSQUES RIPARIOS

La calidad edáfica se evaluó en tres ecosistemas mediante tres muestras compuestas, seguidamente se presentan las características de cada una (tabla 22).

Tabla 22.

Características de las muestras de suelo

N° de muestra	Descripción	Peso [kg]
1	Muestra compuesta de suelo de Páramo	9.5
2	Muestra compuesta de suelo de Bosque	10
3	Muestra compuesta de suelo de Pastizal	10

Posterior a la obtención de la muestra se ha realizado un análisis en el laboratorio (tabla 23). Los valores de densidad aparente de las muestras de suelo encuentran en un rango entre 0.25 y 0.91 g/cm³, para el ecosistema de bosque y pastizal respectivamente, en el páramo se tiene un valor de 0.31 g/cm³ (figura 42). Los resultados del pH (figura 43) tienen varían desde los 3.91 en los suelos de páramo, 4.88 en la muestra de bosque y el ecosistema de pastizal tiene el valor mayor con 6.91. La conductividad eléctrica es el parámetro que tiene la mayor variación tomando valores que abarcan un rango desde los 132 mS/cm en los suelos de los bosques, 270 mS/cm en los páramos y el valor máximo de los pastizales de 800 mS/cm (figura 44). Finalmente, con el porcentaje de materia orgánica (figura 45), se concluye que los suelos de bosque toman el valor más alto con 34%, los páramos un 27% y el valor más bajo de 10% se encuentra en los pastizales.

Tabla 23.

Resultados obtenidos del análisis de los suelos

N° de muestra	Densidad aparente [g/cm ³]	pH	Conductividad [mS/cm]	%MO
1	0.31	3.91	270.00	27.00 %
2	0.25	4.88	132.00	34.00 %
3	0.91	6.91	800.00	10.00 %

Figura 42.

Variación de la densidad aparente del suelo por ecosistema

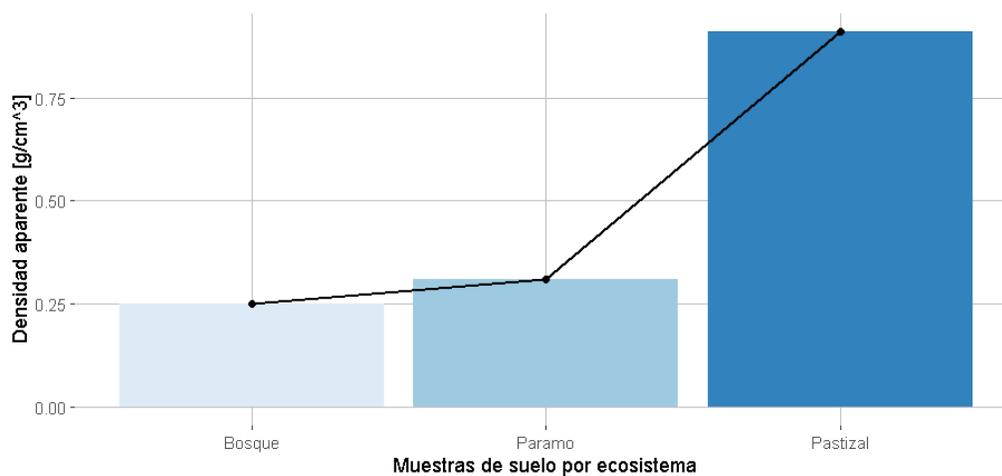


Figura 43.

Variación del pH del suelo por ecosistema

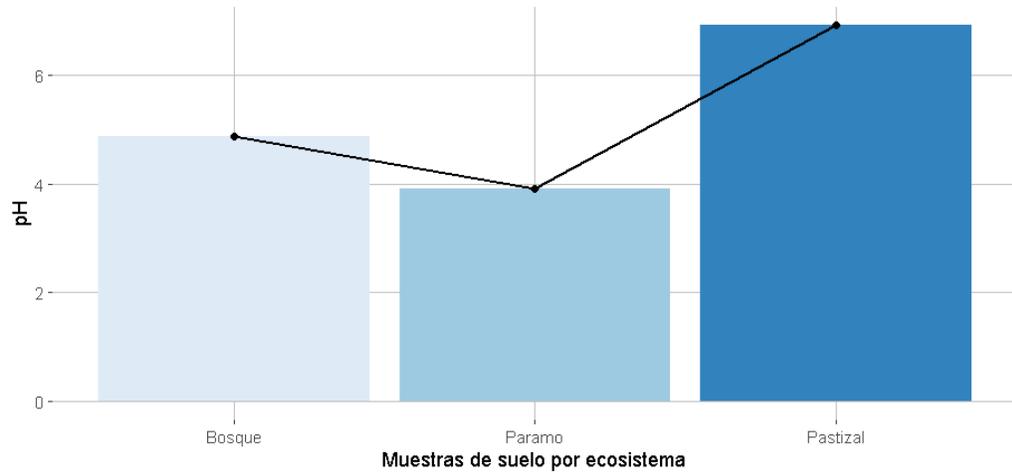


Figura 44.

Variación de la conductividad del suelo por ecosistema

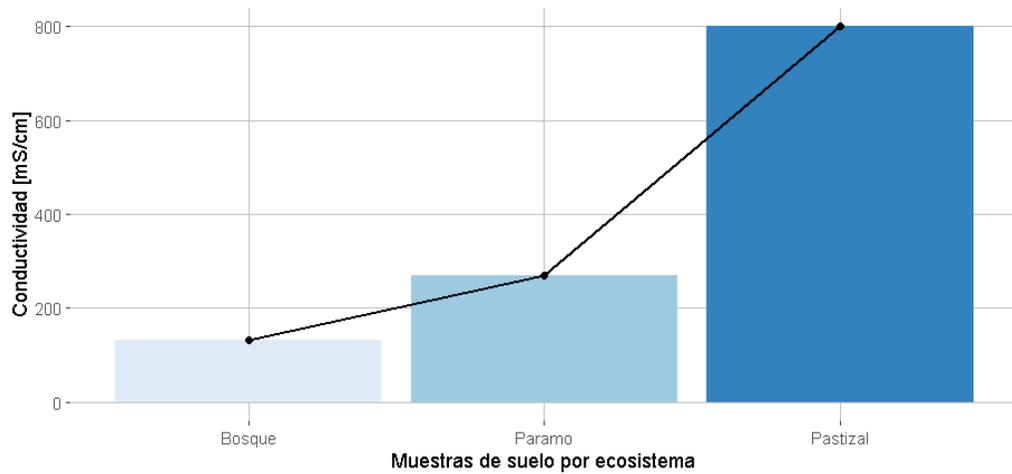
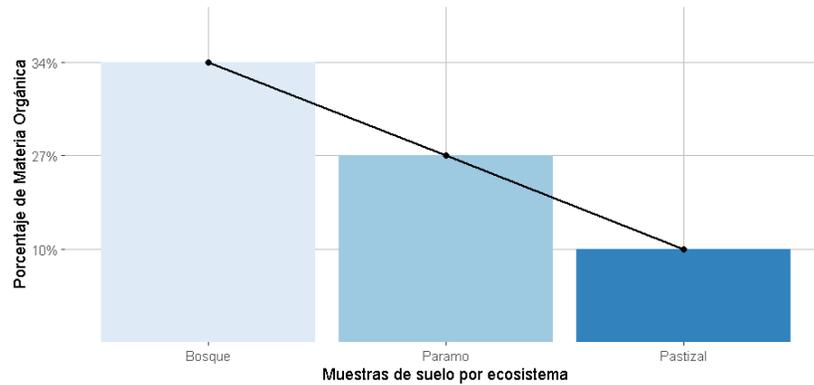


Figura 45.

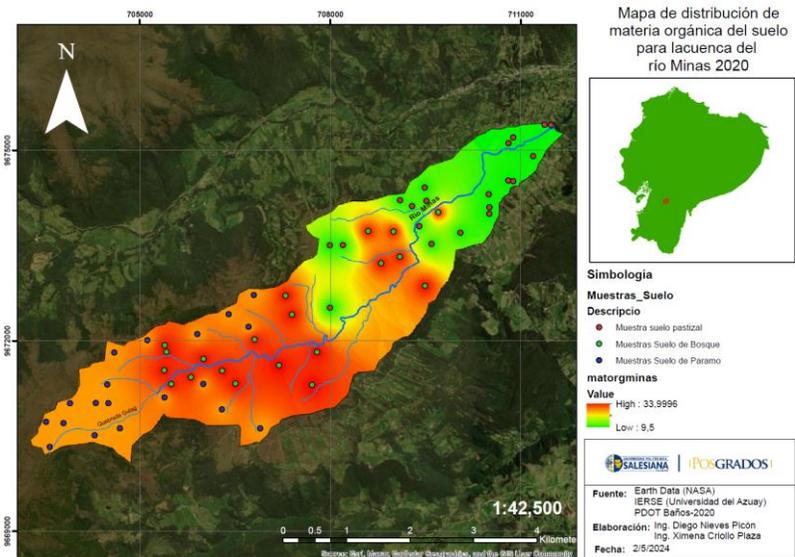
Variación del porcentaje de materia orgánica del suelo por ecosistema



Además, con los datos obtenidos del análisis de las calicatas, se generó un mapa de la distribución de la materia orgánica para la microcuenca del río Minas (figura 46), en el que se puede observar que, al igual que se observó en la figura 45 la cantidad de materia orgánica se encuentra en los bosques y páramos, que corresponden a la parte media y alta, y su valor empieza a disminuir en los límites con los pastizales, que es dónde se evidencian los valores más bajos.

Figura 46.

Mapa de distribución de materia orgánica



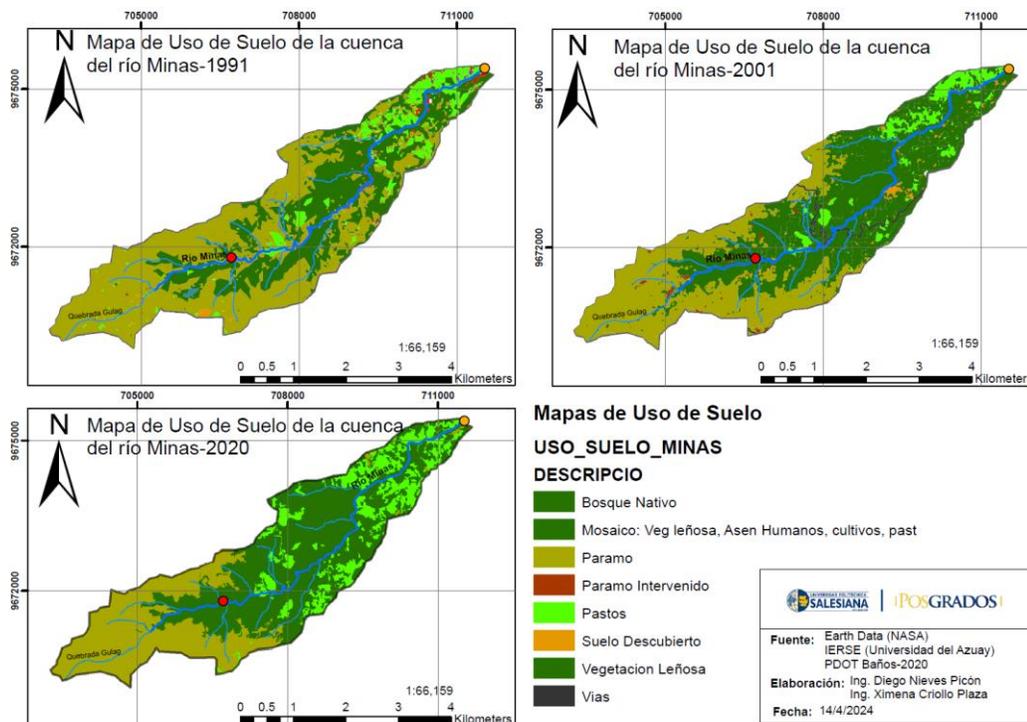
6.1.1.5 CAMBIO DE USO DE SUELO

Se observa que los usos y coberturas de suelo son clasificadas en coberturas naturales que incluyen páramos y bosque nativo, zonas intervenidas en las que se pueden encontrar a los páramos intervenidos, pastizales (pastos), vegetación leñosa, asentamientos humanos, cultivos (clasificados como un conjunto en la categoría: “mosaicos”), vías y áreas de suelo descubierto, las cuales han ido cambiando su superficie con el paso del tiempo.

Con respecto al cambio de uso de suelo se analizaron 3 imágenes satelitales de 1991, 2001 y 2020. Como se puede observar en la figura 47, existe una disminución considerable en los ecosistemas de páramo y bosque nativo y un aumento en áreas intervenidas por ejemplo el mosaico y paramos intervenidos.

Figura 47.

Evolución del uso y cobertura del suelo



6.1.1.6 CALIDAD FORESTAL DE LOS BOSQUES DE RIBERA

Los resultados obtenidos tras la evaluación de los bosques de ribera se presentan para cada uno de los subtramos previamente establecidos. En el caso del subtramo 1, la tabla 24 muestra la puntuación obtenida fue de 60, que se clasifica como una calidad del bosque de ribera moderado. Teniendo el menor puntaje en el primer y segundo criterio, esta zona obtuvo el puntaje completo en los dos últimos criterios (calidad y diversidad de la cobertura ribereña y la naturalidad del cauce). Esta calificación sugiere una condición que, si bien no es óptima, aún conserva cierta salud y funcionalidad en el ecosistema ribereño.

Tabla 24.

Determinación del Índice QBR para el Subtramo 1

Criterio	Justificación	Puntuación
Grado de cubierta vegetal de la zona de ribera	Cobertura vegetal entre un 10 y un 50% (+5). Conectividad entre el bosque de ribera y los ecosistemas forestales adyacentes del 25% al 50% (-5).	0
Estructura vertical de la vegetación	Cobertura de árboles existentes se encuentra entre el 25 y 50%, arbustos superan el 25% (+10). Concentración de arbustos entre el 25 y 50% (+5). Árboles y arbustos se distribuyen en manchas, no hay continuidad (-5)	10

Calidad y diversidad de la cubierta*	Presencia de más de tres especies de árboles nativos y arbustos (25) (+5). Existe especie de árbol introducida aislada (pino) (-5).	25
Grado de naturalidad del cauce	El cauce del río no ha estado modificado.	25
Valor del Índice QBR		60

* Se evidenció una ribera de tipo geomorfológico 2: riberas con una potencialidad intermedia de soportar una zona vegetada.

En tramo Subtramo 2 el valor analizado del QBR, que asciende a 65 puntos, lo cual indica el inicio de una alteración importante, lo que se traduce en una calidad intermedia moderado.

Este valor provee un indicador de zonas en los que se pueden enfocar acciones para mejoramiento de la ribera. Las principales alteraciones están determinadas por la intervención de áreas por cambio de uso. En la margen derecha, se observa un mayor grado de conservación con poco porcentaje de intervenciones, como se puede observar en tabla 25.

Tabla 25. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 2

Criterio	Justificación	Puntuación
Grado de cubierta vegetal de la zona de ribera	Cobertura vegetal de 50 a 80% (10). Conectividad entre el bosque de ribera y los ecosistemas forestales de 25 al 50% (-5).	5

	Cobertura de árboles del 25 y 50%, los arbustos superan el 25% (+10).	
Estructura vertical de la vegetación	Concentración de heliófitos de entre un 25 a 50% (+5).	10
	Distribución regular en los pies de árboles y el sotobosque es > 50% (-5)	
	Presencia de más de tres especies de árboles nativos y arbustos (25) (+5).	
Calidad y diversidad de la cubierta*	Continuidad de la comunidad a lo largo del río (10)	25
	Disposición en galería de diferentes comunidades (+5).	
	Especie de árbol introducida (pino) (-5).	
Grado de naturalidad del cauce	Sin modificaciones	25
Valor del Índice QBR		65

El índice QBR en el subtramo 3 es de 35, es decir una calidad deficiente, lo que sugiere una alteración significativa en este ecosistema. El puntaje más alto obtenido fue de 20 para el criterio de la calidad y diversidad de la cubierta, los otros 3 criterios no superan los 10 puntos (tabla 26).

Tabla 26. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 3

Criterio	Justificación	Puntuación
Grado de cubierta vegetal de la zona de ribera	Cobertura vegetal entre el 10% - 50% (+5). Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25% (-10)	0
Estructura vertical de la vegetación	Recubrimiento de árboles inferior al 50% (+5). Cobertura de arbustos entre el 25 y 25% (+5). No existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles (-5).	5
Calidad y diversidad de la cubierta*	El número de especies autóctonas es superior a 3 especies (+25). Presencia de especies alóctonas (pinos) (-5)	20
Grado de naturalidad del cauce	Presencia de modificaciones de las terrazas adyacentes al río con reducción del canal	10
Valor del Índice QBR		35

Finalmente, en el subtramo 4 presenta el puntaje máximo de 100 puntos, lo que denota un nivel excepcional de calidad en el bosque ribereño, pues se obtuvo el valor máximo en todos los criterios evaluados (Tabla 27).

Tabla 27. Determinación del Índice QBR para el Subtramo 4

Criterio	Justificación	Puntuación
Grado de cubierta vegetal de la zona de ribera	Cobertura vegetal de la zona de ribera de más del 80%.	25
Estructura vertical de la vegetación	Recubrimiento de árboles superior al 75%	25
Calidad y diversidad de la cubierta***	El número de especies autóctonas es superior a 3.	25
Grado de naturalidad del cauce	No hay evidencia de alteraciones	25
Valor del Índice QBR		100

*** Se evidenció una ribera de tipo geomorfológico 2: riberas con una potencialidad intermedia de soportar una zona vegetada.

Seguido, se presenta la comparativa de los resultados obtenidos en el cálculo del índice QBR en los 3 subtramos dentro de la microcuenca del río Minas (tabla 28). El subtramo 1 que se encuentra en la cuenca baja tiene una cobertura que presenta una calidad intermedia, evidenciando el inicio de una alteración importante, el subtramo dos, posee la peor valoración del índice QBR, presentando ya una alteración fuerte lo que denota una mala calidad. Por último, el subtramo 3, al momento de la evaluación presenta una calidad muy buena, en la que no se percibe alteraciones y donde el estado natural de la vegetación se mantiene y corresponde a la cuenca alta.

Tabla 28.

Interpretación de valores de QBR obtenidos por subtramo

Zona de muestreo	Subtramo 1	Subtramo 2	Subtramo 3	Subtramo 4
% de cobertura	0	5	0	25
Estructura de cobertura	10	10	5	25
Calidad de cobertura	25	25	20	25
Alteración de canal	25	25	10	25
Índice QBR	60	65	35	100
Id. Color	Amarillo	Amarillo	Naranja	Azul
Calidad	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	Alteración fuerte, mala calidad	Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural

6.1.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES DE LA RIBERA

Los resultados para el índice de Shannon para la zona alta, media y baja de la microcuenca del río Minas se presentan en la tabla 29. El valor promedio es de 2.63, lo que se interpreta que existe una diversidad media, el valor máximo se presenta en la zona media, correspondiente a bosque montano, seguida por el ecosistema páramo y el valor más bajo se encuentra en la zona agrícola.

Tabla 29.

Índice de Shannon

Localidad	Índice de Shannon	de Interpretación
Cuenca alta – Páramo	2.68	Diversidad media
Cuenca media – Bosque Montano	4.20503608	Diversidad alta
Cuenca Baja – Zona agrícola	1.01037179	Diversidad baja
Promedio para la microcuenca del río Minas	2.63	Diversidad media

También se realizó el cálculo del índice de Simpson. Los resultados de este se presentan a continuación (tabla 30), aquí se observa que en promedio posee una diversidad alta de especies (0.29), pues en las zonas media y alta que corresponden a los ecosistemas de bosque montano y páramo posee una diversidad alta y como es de esperar, en la zona baja disminuye hacia una diversidad media.

Tabla 30.

Índice de Simpson

Localidad	Índice de Simpson	de Interpretación
Cuenca alta – Páramo	0.15	Diversidad alta
Cuenca media – Bosque Montano	0.02361247	Diversidad alta
Cuenca Baja – Zona agrícola	0.6960261	Diversidad media

Promedio para la microcuenca del río		Diversidad alta
Minas	0.29	

6.1.3 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO COMUNITARIO CON ENFOQUE EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

El plan de manejo comunitario planteado responde a la creación de un proceso de interacción entre la comunidad y los diferentes actores que usan los recursos. Esto con la finalidad de que pueda haber un canal de comunicación fluido para la optimización de una administración de la zona para la ejecución de programas en beneficio de la comunidad, así como a la calidad ecosistémica de la cuenca en estudio.

La propuesta se enfoca principalmente en la zona de captaciones de la Junta de Agua de Baños, es decir en la cuenca alta con la zona de Rudio y en la parte baja del área de Sapultor, entre las 2 suman un total de 106 l/s que sirven para abastecer a la mayor parte de la parroquia de Baños. Por lo tanto, basados en un principio de reciprocidad se plantean acciones con fines de conservación y recuperación que deben ser consultadas y socializadas, para que el desarrollo se facilite y pueda quedar plasmado en una mejora de calidad de vida y el uso eficiente del recurso hídrico por parte de la JAAPyS Baños.

La propuesta se estructura en 4 programas que describen diversas acciones con sus proyectos respectivos, siendo estos:

1. Programa de Administración.
2. Programa de enseñanza-aprendizaje en el cuidado y conservación de fuentes hídricas
3. Programa de recuperación de zonas críticas mediante acuerdos mutuos por el agua.
4. Programa de conservación y monitoreo de calidad.

Tabla 31.

Programa de Administración.

Programa	Objetivos	Proyecto	Actividades	Responsables	Tiempo
Programa de Administración	Involucrar a los actores locales e instituciones en la gestión.	Socialización con la comunidad para conformación de una administración bilateral.	Convocar a reuniones de socialización.	JAAPyS Baños Comunas Propietarios de predios	2 meses
			Buscar recursos financieros para el establecimiento de una administración.	JAAPyS Baños	Permanente
			Generar mecanismos y espacios de participación de la comunidad	JAAPyS Baños	Permanente
			Talleres de gobernanza Talleres de toma de decisiones	JAAPyS Baños Universidad ONG	Permanente
		Formación de líderes enfocados en la gestión del agua	Capacitaciones de resolución de conflictos. Talleres de gestión integral del agua	MAATE GAD Parroquial de Baños ETAPA	Permanente
			Capacitación de indicadores ambientales	CGA UNIVERSIDAD	Permanente

Ampliar e involucrar la toma de decisiones con la comunidad.	Estimulación de accionar comunitaria para difusión de información	Generar canales asertivos de comunicación Facilitar espacios para reuniones de las comunas	JAAPyS Baños Comunas GAD Parroquial de Baños	Permanente
Establecer un sistema de gestión eficiente.	Generación de un plan de gestión bilateral	Establecer medidas de acceso al agua. Análisis de tasa ambiente que se apegue a la realidad y necesidades de la microcuenca Establecer periodicidad de planificación	JAAPyS Baños Comunidades	Permanente
Realizar recorridos y muestreos participativos para verificar los estados ecológicos de la microcuenca.	Visibilizar el estado de las zonas de captación, recarga hídrica e infraestructura	-Mejora de captación para caudal ecológico -Establecer índices de calidad de agua, aire y suelo sencillos de entender. -Señalización de zonas de conservación	JAAPyS Baños Comunidades ETAPA CGA	Permanente

Tabla 32.

Programa de enseñanza-aprendizaje para el cuidado y conservación de fuentes hídricas.

Programa	Objetivos	Proyecto	Actividades	Responsables	Tiempo
Programa de enseñanza-aprendizaje para el cuidado y conservación de fuentes hídricas	Generar un proceso de concientización ambiental	Educación Ambiental enfocada en valores comunitarios	Taller de reconocimiento de prácticas de conservación tradicionales.	Comunidad JAAPyS Baños	5 meses
			Capacitación e intercambio de experiencias con otras comunidades.	ETAPA Otras Juntas de Agua Potable	Permanente
			Taller de identificación y caracterización del estado de la microcuenca.	Comunidad JAAPyS Baños GAD Parroquial Baños	Periódico
			Identificación de la zona de convivencia de las comunidades.	JAAPyS Baños	Periódico
			Recorridos de la cuenca para reconocer valores de conservación	JAAPyS Baños Comunidad	6 meses

		Establecimiento de los valores de conservación	JAAPyS Baños Comunidad	8 meses
		Monitoreo para la calidad del agua	JAAPyS Baños Comunidad ETAPA	Permanente
		Identificación de árboles madre para reproducción de especies de reforestación	JAAPyS Baños Comunidad	Permanente
		Charlas educativas y pedagógicas a niños	Interacción efectiva y asertiva con escuelas y colegios JAAPyS Baños	Permanente
Entender la dinámica de la organización comunitaria y la conservación ambiental	Recopilar datos de prácticas de conservación de la comunidad.	Encuestas para datos etnobotánicos Reuniones para conocer prácticas de conservación Realizar un documento de recopilación de las experiencias	JAAPyS Baños Universidad	1 año
	Organizar actividades referentes a cuidado y conservación del agua.	Recorrido de infraestructura para aprovechamiento del agua	JAAPyS Baños Comunidad	Permanente

Vincular nuevo conocimiento con los valores y tradiciones de la comunidad	Actualización vinculación conocimientos tradicionales científicos	y de	Taller de evaluación de prácticas agrícolas y ganaderas.	Universidad	Permanente
		y	Capacitación en aplicación de buenas prácticas de uso de agua, suelo y biodiversidad.	Universidad ETAPA JAAPyS Baños	Permanente

Tabla 33.

Programa de recuperación de zonas críticas mediante acuerdos mutuos por el agua

Programa	Objetivos	Proyecto	Actividades	Responsables	Tiempo
Programa de recuperación de zonas críticas mediante	Analizar zonas estratégicas de la cuenca que han sido degradadas por	Reconocimientos de zonas productivas y ecosistemas de la cuenca.	Recorridos con las comunidades en todas las zonas de la microcuenca que se pueda identificar Realización de un mapa de ubicación de los problemas en la microcuenca.	JAAPyS Baños GAD Parroquial Baños Comunidades	Permanente

<p>acuerdos mutuos por el agua.</p>	<p>actividades productivas.</p>	<p>Cuantificación de zonas productivas agrícolas y ganaderas.</p>	<p>Dimensionar las actividades productivas, los impactos y problemas que conllevan en la microcuenca. Identificar con la comunidad, zonas que han sido alteradas pero que tienen un gran valor ecosistémico. Mediante Sistemas de Información Geográficos determinar áreas de interés de restauración</p>	<p>JAAPyS Baños</p>	<p>Permanente</p>
<p>Propuestas de restauración propietarios y comunidades</p>	<p>de a y</p>	<p>Construcción con la comunidad de propuestas para aumentar áreas de restauración y potenciar áreas productivas mediante prácticas sostenibles y agroecológicas.</p>	<p>Comunidad JAAPyS Baños</p>	<p>Permanente</p>	
<p>Socializar con la comunidad procesos</p>	<p>Incentivación de prácticas</p>	<p>Revisión de viabilidad de propuestas y negociación para acuerdos mutuos</p>	<p>JAAPyS Baños</p>	<p>Permanente</p>	
<p>Socializar con la comunidad procesos</p>	<p>Incentivación de prácticas</p>	<p>Talleres de manejo de cultivos menores con prácticas agroecológicas</p>	<p>JAAPyS Baños</p>	<p>Periódico</p>	

de recuperación y restauración ecológica	y agroecológicas y silvopastoriles.	Taller de elaboración de abonos orgánicos Taller de manejo de alimentos Incentivo a creación de centros de acopio para salidas a mercado	JAAPyS Baños Comunidad	Periódico
Intervención en zonas degradadas y erosionadas para su recuperación	Cercamientos en zonas degradadas para recuperación por sucesión natural. Bioestimulación a zonas que anteriormente han sido destinadas para actividades ganaderas, mediante la descompactación del suelo e inyección de nutrientes	JAAPyS Baños Comunidad	Periódico	
Implementar de un sistema de compensaciones para conservar la zona	Generación de procesos de negociación para conservación de predios privados y comunitarios en un tiempo determinado.	Entrega de propuestas a propietarios privados y comunidades. Gestionar recursos del sector público para el programa Socio Bosque Entrega de insumos, equipos, ropa de protección y capacitaciones a integrantes del proyecto	JAAPyS Baños MAATE CGA GAD Parroquial de Baños Comunidad	Periódico

<p>Evaluar periódicamente el uso de suelo para visualización de efectividad de recuperación de zonas degradadas.</p>	<p>Monitoreo de predios en restauración ecológica mediante percepción de la comunidad y uso de sistemas de información geográficos actualizados</p>	<p>Actualización anual de mapas y cartografía referente a uso de suelo.</p> <p>Recorridos participativos con la comunidad en zonas de restauración y recuperación</p> <p>Evaluación de parámetros de calidad de agua y suelo</p> <p>Control y vigilancia de zonas de reforestación y sucesión natural</p>	<p>JAAPyS Baños Comunidad</p>	<p>Permanente</p>
--	---	---	-----------------------------------	-------------------

Tabla 34.

Programa de conservación y monitoreo de calidad

Programa	Objetivos	Proyecto	Actividades	Responsables	Tiempo
Programa de conservación y monitoreo de calidad	Proteger, cuidar y conservar las zonas ecológicas primarias.	Protección de zonas primarias de importancia para la producción y almacenamiento de agua.	Proteger márgenes de río, bosques riparios y humedales. Y Impulsar actividades productivas con prácticas sostenibles	JAAPyS Baños GAD Parroquial Baños Comunidad	Permanente
		Reconocer los valores de conservación de la zona.	Realizar inventarios forestales y de fauna Realizar recopilación de datos etnobotánicos y prácticas tradicionales de las comunidades	JAAPyS Baños GAD Parroquial Baños Comunidad Universidad	
		Minimizar los impactos negativos y	Implementación de control y recorridos	-Planificación de recorridos con las comunidades y establecimiento de	

mitigar los presentes en la microcuenca.	de vigilancia para la zona.	responsabilidades para el control y vigilancia de la microcuenca.	GAD Parroquial Baños	
	Certificaciones ambientales de las actividades de las comunidades y propietarios.	- Gestión para que las actividades productivas de la comunidad tengan certificaciones ambientales referentes a conservación.	JAAPyS Baños	Permanente
Conseguir financiamiento de instituciones públicas, privadas y ONGs	Búsqueda de organizaciones que financien proyectos hídricos y conservación	de -Planteamiento de proyectos ambientales, agroecológicos y ecológicos para conseguir financiamiento nacional e internacional.	JAAPyS Baños GAD Parroquial Baños Comunidad Universidad	Permanente

Tabla 35.

Supuestos, riesgos y alternativas del plan de manejo comunitarios

Actividad	Imprevisto	Alternativa
Convocar a reuniones de socialización.	No Aplica	No Aplica
Buscar recursos financieros para el establecimiento de una administración.	No existen recursos financieros	Destinar fondos temporalmente de la JAPyS Baños dentro del concepto de gestión ambiental.
Generar mecanismos y espacios de participación de la comunidad	No Aplica	No Aplica
Talleres de gobernanza	No Aplica	No Aplica
Talleres de toma de decisiones	No Aplica	No Aplica
Capacitaciones de resolución de conflictos	No Aplica	No Aplica
Talleres de gestión integral del agua	No disponibilidad de capacitadores	Vinculación con Universidades
Capacitación de indicadores ambientales	No disponibilidad de capacitadores	Vinculación con Universidades
Generar canales asertivos de comunicación	No Aplica	No Aplica

Facilitar espacios para reuniones de las comunas	No Aplica	No Aplica
Establecer medidas de acceso al agua.	No conformidad por parte de la comunidad	Regulaciones pertinentes agua para riego y agua potable
Análisis de tasa ambiental que se apege a la realidad y necesidades de la microcuenca	No Aplica	No Aplica
Establecer periodicidad de planificación	No Aplica	No Aplica
Mejora de captación para caudal ecológico	Incertidumbre del caudal ecológico	Deberá ser respecto a la cantidad disponible de agua con revisiones periódicas
Establecer índices de calidad de agua, aire y suelo sencillos de entender.	No se encuentra metodologías	Apoyo de otras experiencias y de universidades
Señalización de zonas de conservación	No Aplica	No Aplica
Taller de reconocimiento de prácticas de conservación tradicionales.	No es posible reconocer prácticas tradicionales de conservación	Apoyo de experiencias de otras comunidades
Capacitación e intercambio de experiencias con otras comunidades.	No Aplica	No Aplica

Taller de identificación y caracterización del estado de la microcuenca del río Minas.	No Aplica	No Aplica
Identificación de la zona de convivencia de las comunidades.	No Aplica	No Aplica
Caracterización biofísica técnica y comunitaria.	No Aplica	No Aplica
Establecimiento de los valores de conservación	No se pueden identificar	Apoyo de otras comunidades y de universidades
Monitoreo para la calidad del agua	No Aplica	No Aplica
Identificación de árboles madre para reproducción de especies de reforestación	No se dispone del personal para dicha actividad	Se usarán experiencias y lugares de otros lugares
Interacción efectiva y asertiva con escuelas y colegios	No Aplica	No Aplica
Encuestas para datos etnobotánicos	No se dispone del personal para encuestas	Se realizarán estimaciones en reuniones con la comunidad
Reuniones para conocer prácticas de conservación	No Aplica	No Aplica
Realizar un documento de recopilación de las experiencias	No Aplica	No Aplica

Recorrido de infraestructura para aprovechamiento del agua	No Aplica	No Aplica
Taller de evaluación de prácticas agrícolas y ganaderas.	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad
Capacitación en aplicación de buenas prácticas de uso de agua, suelo y biodiversidad.	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad
Recorridos con las comunidades en todas las zonas de la microcuenca que se pueda identificar	No Aplica	No Aplica
Realización de un mapa de ubicación de los problemas en la microcuenca.	No Aplica	No Aplica
Dimensionar las actividades productivas, los impactos y problemas que conllevan en la microcuenca.	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad e instituciones públicas
Identificar con la comunidad, zonas que han sido alteradas pero que tienen un gran valor ecosistémico.	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad
Talleres de manejo de cultivos menores con prácticas agroecológicas	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad e instituciones públicas

Taller de elaboración de abonos orgánicos	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad e instituciones públicas
Taller de manejo de alimentos	No disponibilidad personal	de Apoyo de instituciones educativas
Incentivo a creación de centros de acopio para salidas a mercado	No disponibilidad personal	de Apoyo de instituciones públicas y privadas
Gestión para que las actividades productivas de la comunidad tengan certificaciones ambientales referentes a conservación.	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad e instituciones públicas y privadas
Planteamiento de proyectos ambientales, agroecológicos y ecológicos para conseguir financiamiento nacional e internacional.	No disponibilidad personal	de Apoyo de Universidad e instituciones públicas y privadas

6.2 DISCUSIÓN

6.2.1 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

Los resultados antes expuestos muestran que la población se evidenció que los habitantes de sexo femenino representan una minoría, por lo que es de suma importancia considerar una la participación equitativa y activa de las mujeres, ya que es fundamental para lograr la conservación eficiente y sostenible (Fondo Mundial para la Naturaleza Ecuador [WWF-Ecuador], 2022), pues estudios recabados por el Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF] (2022) afirman que existe una relación

directa entre la igualdad de género y que se encuentran relacionados al bienestar social de un área determinada.

En cuanto a la edad mediana de la población (56 años), esta supera con 27 años a la nacional (29 años) (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022), lo que muestra como una población avejentada, al igual que se observa en la pirámide poblacional. Esta tendencia no es común en países en las primeras etapas de transición demográfica como lo es Ecuador. Esto se puede deber a que es una comunidad rural que experimenta altas tasas de emigración en edades laborales, pues las actividades productivas en el sector se centran en trabajos manuales que requieren sobreesfuerzo y muchas veces no se recibe la remuneración adecuada (Rodríguez-Cabrera et al., 2007).

Así mismo, Moyano-Díaz et al. (2015) y Franzen & Meyer (2010) señalan que la conciencia en pro del cuidado del medioambiente, en general, es mayor en los jóvenes en comparación con los adultos y adultos mayores, sin embargo, la población de mediana edad que rondan los 30 y 40 años son aquellos que presentan creencias y acciones concretas a favor del ambiente, dado que los jóvenes y adultos mayores siempre buscan estar al margen de temas que puedan resultar conflictivos como lo son las temáticas ambientales. Por lo que este factor debe ser considerado cuidadosamente para la integración de la comunidad en los planes de cuidado, conservación y restauración de la naturaleza, pues existen diferencias marcadas entre las creencias, costumbres, conciencia ambiental, disposición de participación, sexo y edad, además de incentivos que puedan percibir de estas actividades (J. E. Moreno et al., 2020).

6.2.2 ANÁLISIS DE ASPECTOS AMBIENTALES

6.2.2.1 CALIDAD DEL AGUA

El uso de índices de calidad de agua [ICA] ofrece una visión general de las tendencias espaciales y temporales de la calidad global de los cuerpos de agua, que a su vez representa una herramienta útil en la toma de decisiones y gestión oportuna (Debels et al., 2005), todo esto con el fin de llevar a cabo acciones para proteger la integridad de los recursos hídricos y sentar las bases para su uso sostenible (Matovelle et al., 2024).

Los valores del ICA para cuencas de alta montaña denotan que la calidad del agua es excelente en las zonas altas, por lo que generalmente en estos sectores se emplazan los sistemas de captación, almacenamiento y potabilización de agua para diferentes usos de las comunidades dentro y aledañas a la demarcación hidrográfica (Cárdenas, 2020; Matovelle et al., 2024; Pauta et al., 2019).

En las zonas bajas de la cuenca, la calidad de los cuerpos de agua disminuye, debido principalmente a dos factores (i) el emplazamiento de asentamientos, los cuales generan efluentes con alta carga contaminante y (ii) a las intervenciones producidas en los ecosistemas naturales, que provocan cambios en la cobertura vegetal o incluso remoción de la misma, que a su vez conducen a la exposición a contaminantes debido a la carga contaminante de la escorrentía (Cárdenas, 2020; Matovelle et al., 2024; Pauta et al., 2019).

6.2.2.2 CALIDAD EDÁFICA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO MINAS

Entre las propiedades físicas del suelo con mayor relevancia, está la densidad aparente, la cual es determinante para evaluar la presencia de agua en el suelo, pues valores altos indican suelos compactos con baja capacidad de infiltración y retención de agua (Hossne G., 2008), lo que es característico de zonas

predominantemente agrícolas y ganaderas (Salamanca & Siavosh, 2005). Contrario a esto, los valores bajos favorecen la circulación del agua y nutrientes, beneficioso para el desarrollo de las especies vegetales, lo que se traduce como una mejor regulación hídrica y el aumento de la biodiversidad de la zona (Fu et al., 2011).

El pH y la conductividad eléctrica del suelo están vinculados con el contenido de agua en el suelo. Moyo et al. (2024) ha evidenciado que en pH ácidos el contenido de agua es mayor con respecto a valores de pH superiores. Algo similar ocurre con la conductividad, pues esta posee una relación inversamente proporcional a la cantidad de agua en el suelo (Doussan & Ruy, 2009).

A grandes altitudes en la región interandina del Ecuador, especialmente en la zona central, donde se emplaza el sitio de estudio, los suelos poseen una elevada cantidad de materia orgánica (Jiménez et al., 2024; J. Moreno et al., 2018), provocado por de las condiciones climáticas subhúmedas, temperaturas medias y suelos ligeramente ácidos, que a su vez contribuyen a la fertilidad del suelo, favoreciendo el crecimiento de vegetación, principalmente bosques y cobertura herbácea, que permiten la acumulación de materia orgánica que posteriormente es convertida en carbono orgánico por los microorganismos (Loayza et al., 2020). Razón por la cual existe mayor % de materia orgánica conforme aumenta la densidad de la vegetación.

6.2.2.3 CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE SUELO

Como ya se mencionó anteriormente, los cambios en la cobertura del suelo representa una de las principales amenazas a los ecosistemas de alta montaña (COSUDE, 2021). Estos cambios provocan efectos negativos en el ciclo hidrológico a lo largo de las cuencas hidrográficas que las presentan, independientemente de las propiedades hidrológicas del ecosistema original, provocando degradación y erosión del suelo, lo que impacta directamente en su

capacidad de infiltración y almacenamiento del agua (Bedoya & Ramírez, 2023). Lo que deriva en una limitación en el abastecimiento y uso del agua, poniendo en riesgo la seguridad hídrica de la población y provocando el aumento en el valor la provisión de servicios ecosistémicos (Cepeda Arias et al., 2024).

Los procesos de cambio de uso de suelo en las zonas de alta montaña se deben principalmente a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, sin embargo, este fenómeno es específico para diferentes escalas temporales y espaciales, a la vez que se ve influenciado directamente por factores sociales, económicos y políticos, por lo que es necesario que se identifiquen estas motivaciones específicamente a escala de una cuenca hidrográfica (Bedoya & Ramírez, 2023).

6.2.2.4 CALIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA

El nivel moderado de calidad del bosque de ribera, reflejado por el puntaje de 60 puntos en el QBR en el subtramo 1, indica que existen áreas de mejora, pero también aspectos positivos en la salud del ecosistema ribereño. Es probable que se observen ciertas alteraciones o perturbaciones en la estructura y composición de la vegetación, así como en la calidad del hábitat para la vida silvestre. Sin embargo, aún conserva una base sólida, que puede ser utilizada como punto de partida para implementar medidas de conservación y restauración.

El valor analizado del QBR, que se ubica en 35 puntos, para el segundo subtramo, revela una situación preocupante, ya que es muy probable que la zona haya experimentado una intensa actividad ganadera y agrícola, lo que conlleva a la deforestación y desbroce de árboles. Estas prácticas pueden resultar en la pérdida de biodiversidad, degradación del suelo y la contaminación del agua, entre otros impactos negativos. Es fundamental implementar medidas urgentes para mitigar estos efectos, restaurar la calidad del hábitat y fomentar la recuperación del bosque de ribera. La adopción de prácticas de manejo sostenible y la protección activa de áreas ribereñas son esenciales para revertir

esta situación y garantizar la salud a largo plazo de este valioso ecosistema acuático.

El puntaje de 100 en el tercer subtramo, indica que el ecosistema ribereño se encuentra en un estado natural óptimo, sin alteraciones significativas. La ausencia de perturbaciones resalta la efectividad de las prácticas de conservación y gestión implementadas en esta área específica. Este puntaje máximo en el QBR refleja el éxito en la preservación de la biodiversidad, la integridad del hábitat y la funcionalidad del ecosistema ribereño. Es crucial continuar con los esfuerzos de conservación para garantizar la continuidad de este excelente estado de salud ambiental a largo plazo.

6.2.2.5 DIVERSIDAD DE ESPECIES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO MINAS

La importancia de mantener niveles altos de biodiversidad radica fundamentalmente en que cada especie cumple un rol fundamental dentro de la biósfera, permitiendo que los ciclos de materia, energía y agua se lleven a cabo, lo que es fundamental para un eficiente rendimiento de los ecosistemas y por ende de los servicios ecosistémicos que estos brindan para el mantenimiento de la vida humana (Jara, 2022).

Los regímenes meteorológicos, hidrológicos, geológicos, morfológicos y de perturbaciones, así como la presencia de asentamientos humanos tiene influencia directa en la diversidad de especies en las zonas ribereñas (Escalona-Domenech et al., 2021; González del Tánago et al., 2021; Yahaya & Augustine, 2023).

Se debe considerar que desde la antigüedad los entornos ribereños han sido utilizados para las actividades agropecuarias, por el requerimiento de agua para realizar estas actividades, provocando que una disminución y pérdida dramática de diversidad de estas zonas, especialmente de especies nativas y por ende daños en la estructura ecológica de la comunidad (Yahaya & Augustine, 2023).

7. CONCLUSIÓN

Retomando los objetivos planteados, se concluye con la generación de una línea base de los aspectos socioambientales en la microcuenca del río Minas lo que reveló, entre otros, la mediana disposición de la población a ser partícipes en proyectos de cuidado, conservación y restauración de ecosistemas y las consideraciones que se debe tener al momento de generar e implementar el Plan de Manejo Comunitario.

El comportamiento demográfico, responde a una aproximación simétrica de la distribución de los dos géneros. Empero, es fundamental subrayar que las personas activas dentro programas y proyectos afines a la cuenca se encuentran dentro de un rango de edad superior a los 64 años de los que, el 57.8% tiene noción de temas de conservación ambiental, considerando que la JAAPyS Baños es la principal institución de carácter privado que fomenta proyectos de cuidado y conservación dentro de la zona de estudio. Se debe considerar que el 49.7% de la población mantiene resistencia en la participación en proyectos de conservación debido a que tiene la percepción de posibles expropiaciones de sus predios o prohibiciones en cuanto a sus actividades productivas.

Se determinó que el estado ambiental tiene un potencial de mejora para la cuenca baja y se necesita mantener el cuidado y protección de la zona alta y media con el fin de mantener los servicios ecosistémicos hidrológicos y mejorar el acceso de la población a los servicios básico. Sin embargo, estos pueden verse mayormente afectados debido a que existe una constante desinformación dentro de las comunidades suscitada por la falta de talleres y capacitaciones, lo que impide que el planteamiento para acuerdos de conservación pueda concretarse.

En el análisis temporal de los últimos 30 años se ha podido determinar que, tanto la calidad del suelo como la calidad de agua varían notoriamente pues en la parte alta de la cuenca aún se mantiene índices (ICA, QBR, Shannon y Simpson) que determinan una excelente calidad lo cual corresponden a ecosistemas primarios, mientras que en la cuenca media y baja las diferentes acciones antrópicas han llevado a la depredación del bosque, denotando

menores concentraciones de materia orgánica, menor biodiversidad y disminución en la calidad de los recursos hídricos.

En cuanto a la generación del plan manejo comunitario, se puede concluir que este contiene las medidas adecuadas para la conservación, en el que se incluyó las consideraciones de la línea base generada y se enfocó hacia el aprovechamiento hídrico sostenible, el cual será de beneficio para la comunidad en la zona de influencia y sobre todo será de utilidad para que la Junta Administradora de Agua Potable y saneamiento (JAAPyS) Baños brinde un servicio de calidad.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R., Hampel, H., González, H., Mosquera, P., Sotomayor, G., & Galarza, X. (2014). *Protocolo de evaluación de la calidad biológica de los ríos de la región austral del Ecuador*.
- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1), 35-64. <https://doi.org/10.23818/LIMN.28.04>
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación [COSUDE]. (2021). *Bosques andinos: problemática y caracterización. 7 años construyendo bienestar y sostenibilidad: compartiendo experiencias, logros, hallazgos y aprendizajes*. <https://www.cooperacionsuiza.pe/bosques-andinos-problematica-y-caracterizacion-7-anos-construyendo-bienestar-y-sostenibilidad-compartiendo-experiencias-logros-hallazgos-y-aprendizajes/>
- Baculima, J., & Camposano, N. (2022). *NÁLISIS Y PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RIO MINAS EN LA PARROQUIA BAÑOS, CANTÓN CUENCA* [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental e Ingeniera Ambiental]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Bedoya, M. A., & Ramírez, B. H. (2023). The effects of climate and forest cover variability on the hydrological regulation of an eastern Andean Cusiana river sub-basin. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 23(4), 569-587. <https://doi.org/10.1016/J.ECOHYD.2023.06.012>
- Bejarano, W. (1974). *Como tomar muestras de suelo para su análisis químico*.
- Brown, R., McClelland, N., Deininger, R., & Tozer, R. (1970). A water quality index - do we dare? *Water and sewage works*, 117(10), 339-343.
- Cárdenas, P. (2020). *Evaluación de la Calidad del Agua en la Microcuenca Hidrográfica del Río Tutanangoza Mediante Análisis Fisicoquímicos, Microbiológicos y la Aplicación del ICA-NSF* [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Cepeda Arias, E., Cañón Barriga, J., & Mario Mendiondo, E. (2024). Impact of rapid anthropogenic environmental change on water security in a tropical Andean basin. *Water Security*, 22, 100175. <https://doi.org/10.1016/J.WASEC.2024.100175>
- Debels, P., Figueroa, R., Urrutia, R., Barra, R., & Niell, X. (2005). Evaluation of water quality in the Chillán River (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified Water Quality Index. *Environmental Monitoring and Assessment*, 110(1-3). <https://doi.org/10.1007/s10661-005-8064-1>
- Dellavedova, M. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. En *lwestudioambiental.com.ar*. <https://www.lwestudioambiental.com.ar/wp-content/uploads/2018/08/Ficha-17-GUIA-METODOLOGICA-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-EIA.pdf>

- Doussan, C., & Ruy, S. (2009). Prediction of unsaturated soil hydraulic conductivity with electrical conductivity. *Water Resources Research*, 45(10). <https://doi.org/10.1029/2008WR007309>
- Escalona-Domenech, R. Y., Infante-Mata, D., García-Alfaro, J. R., Ramírez-Marcial, N., Ortiz-Arrona, C. I., & Barba-Macías, E. (2021). Calidad de las riberas en tres tipos de cobertura vegetal en un río de la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92(0). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3526>
- Espinoza-Toledo, A., Mendoza-Carranza, M., Castillo, M., Barba-Macías, E., & Capps, K. (2021). Taxonomic and functional responses of macroinvertebrates to riparian forest conversion in tropical streams. *Science of The Total Environment*, 757, 143972. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.143972>
- Eyherabide, M., Sainz, H., Barbieri, P., & Echeverría, H. (2014). Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelos. *Ciencia del Suelo*, 32(1), 13-19. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/25777>
- Fernandez, N., & Solano, F. (2005). Índices de Calidad de Agua (ICAs) e Índices de Contaminación (ICOs) de Importancia Mundial. En *Índices de Calidad y Contaminación del Agua*. Universidad de Pamplona.
- Fondo Mundial para la Naturaleza Ecuador [WWF-Ecuador]. (2022, marzo 7). *Mujeres defendiendo sus derechos y la conservación en sus territorios: paralegales comunitarias en la Amazonía*. Our News. <https://www.wwf.org.ec/?uNewsID=375631>
- Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF]. (2022, marzo 8). *Cómo la igualdad de género impacta la conservación de la naturaleza*. Historias. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/como-la-igualdad-de-genero-impacta-la-conservacion-de-la-naturaleza>
- Franzen, A., & Meyer, R. (2010). Environmental attitudes in cross-national perspective: A multilevel analysis of the ISSP 1993 and 2000. *European Sociological Review*, 26(2). <https://doi.org/10.1093/esr/jcp018>
- Fu, X., Shao, M., Lu, D., & Wang, H. (2011). Soil water characteristic curve measurement without bulk density changes and its implications in the estimation of soil hydraulic properties. *Geoderma*, 167-168, 1-8. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2011.08.012>
- GAD Parroquial de Baños. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Baños 2020-2025*.
- González del Tánago, M., Martínez-Fernández, V., Aguiar, F. C., Bertoldi, W., Dufour, S., García de Jalón, D., Garófano-Gómez, V., Mandzukovski, D., & Rodríguez-González, P. M. (2021). Improving river hydromorphological assessment through better integration of riparian vegetation: Scientific evidence and guidelines. *Journal of Environmental Management*, 292, 112730. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.112730>
- Hossne G., A. J. (2008). La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión/contracción del suelo. *TERRA latinoamericana*, 26.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Resultados Principales Nacionales del Censo Poblacional 2022*. <https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2023/09/InfoNacionalDatos.pdf>
- Izquierdo Bautista, J., & Arévalo Hernández, J. J. (2021). Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación. *Ingeniería y Región*, 26, 20-28. <https://doi.org/10.25054/22161325.2527>
- Jara, P. (2022). *¿Por qué es indispensable conservar la biodiversidad?, ¿de especies invisibles, por ejemplo?* Cápsula de Conocimiento, Universidad de Cuenca. <https://www2.ucuenca.edu.ec/component/content/article/313-espanol/investigacion/blog-de-ciencia/ano-2022/octubre-2022/2846-capsula-biodiversidad?Itemid=437>
- Jerves-Cobo, R., Everaert, G., Iñiguez-Vela, X., Córdova-Vela, G., Díaz-Granda, C., Cisneros, F., Nopens, I., & Goethals, P. L. M. (2017). A Methodology to Model Environmental Preferences of EPT Taxa in the Machangara River Basin (Ecuador). *Water* 2017, Vol. 9, Page 195, 9(3), 195. <https://doi.org/10.3390/W9030195>
- Jiménez Acuña, M., & Elizondo Arrieta, F. (2016). Método de reducción de muestra para ensayos de laboratorio en mezcla asfáltica en caliente. *Métodos y Materiales*, 4(1). <https://doi.org/10.15517/mym.v4i1.21096>
- Jiménez, L., Jiménez, W., Ayala, N., Quichimbo, P., Fierro, N., & Capa-Mora, D. (2024). Exploring ethnopedology in the Ecuadorian Andean highlands: A local farmer perspective of soil indicators and management. *Geoderma Regional*, 36, e00755. <https://doi.org/10.1016/J.GEODRS.2024.E00755>
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento, Registro Oficial Suplemento 305 (2014).
- Loayza, N. V., Sevilla, V., Olivera, C., Guevara, M., Olmedo, G., Vargas, R., Oyonarte, C., & Jiménez, W. (2020). Mapeo digital de carbono orgánico en suelos de Ecuador. *Revista Ecosistemas*, 29(2).
- Matovelle, C., Quinteros, M., Quinteros, K. S., & Jaramillo, K. (2024). Water quality assessment methods of the highland Andean rivers: A scoping systematic review. *Heliyon*, 10(9), e30552. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2024.E30552>
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). Guía Técnica para muestreo de suelos. En *Universidad Nacional Agraria* (1era ed.). Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services .
- Mendoza-Cariño, M., Quevedo-Nolasco, A., Bravo-Vinaja, Á., Flores-Magdaleno, H., De La Isla de Bauer, M. de L., Gavi-Reyes, F., & Zamora-Morales, B. P. (2014). Estado ecológico de ríos y vegetación ribereña en el contexto de la nueva ley de aguas de Mexico. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(4).
- Moreno, J. E., Prestofelippo, M. E., & Favara, J. V. (2020). Conciencia ambiental en adultos. Un estudio de la jerarquización de los Objetivos de Desarrollo Sustentable. *Cultura Económica*, 38(100).

- Moreno, J., Yerovi, F., Herrera, M., Yáñez, D., & Espinosa, J. (2018). Soils from the Highlands. En J. Espinosa, J. Moreno, & G. Bernal (Eds.), *The Soils of Ecuador* (pp. 79-111). World Soils Book Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25319-0_3
- Moreno-Jiménez, V., Gama-Campillo, L. M., Ochoa-Gaona, S., Contreras-Sánchez, W. M., Mata-Zayas, E. E., Jiménez-Pérez, N. del C., & Ávalos-Lázaro, A. A. (2022). Evaluación de un bosque ribereño mediante la aplicación del índice de calidad del bosque (QBR) para su adaptación en zonas tropicales de México. *Caldasia*, 44(2). <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n2.87087>
- Moyano-Díaz, E., Palomo-Vélez, G., & Moyano-Costa, P. (2015). CREENCIAS AMBIENTALES E IDEOLOGÍA EN POBLACIÓN CHILENA. *Universum (Talca)*, 30(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-23762015000200013>
- Moyo, G. G., Hu, Z., Li, B., Cheng Long, Wang, X., & Xiao, B. (2024). Biochar and polyvinyl alcohol (PVA) application improves pH, water-holding characteristics of desert soils and enhances *Microcoleus vaginatus* growth: The implication in combating desertification. *Pedosphere*. <https://doi.org/10.1016/J.PEDSPH.2024.02.006>
- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2), 147-163. <https://doi.org/10.1002/AQC.529>
- Palma, A., Figueroa, R., & Ruiz, V. H. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana*, 73(1). <https://doi.org/10.4067/s0717-65382009000100009>
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 10(2). <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3).
- Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Clerici, N., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6). <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>
- Rodríguez-Cabrera, A., Álvarez-Vázquez, L., & Castañeda-Abascal, I. (2007). La pirámide de población: precisiones para su utilización. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(4). <https://doi.org/10.1590/s0864-34662007000400008>
- Salamanca, A., & Siavosh, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera Colombiana. *Cenicafé*, 56(4).
- Samboni, R. N. E., Carvajal, E. Y., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista de Ingeniería e Investigación*, 27(3).

- Shepherd, G. (2006). *El Enfoque Ecosistémico. Cinco Pasos para su Implementación*.
- Sierra, C. (2011). Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9).
- Simón, J., García, R., Del Barrio, G., Ruíz, A., & Sanjuán, M. (2013). Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*, 319. <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/9076>
- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente [TULSMA] , Pub. L. No. Libro VI (2015).
- Walkley, A., & Black, A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38. https://journals.lww.com/soilsci/citation/1934/01000/an_examination_of_the_degtjareff_method_for.3.aspx
- Yahaya, A. K., & Augustine, L. (2023). Livelihood activities in the Lawra Municipality of Ghana: A blessing or a curse to the riparian vegetation of the Black Volta Basin. *Innovation and Green Development*, 2(4), 100090. <https://doi.org/10.1016/J.IGD.2023.100090>

9. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta utilizada para recolección de información para determinar vulnerabilidades sociales de la población

		Código Zona/ Referencia Fecha		
Sexo Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>	Edad <input type="text"/>	Tiempo de residencia o permanencia De 0 a 2 años <input type="checkbox"/> De 2 a 5 años <input type="checkbox"/> De 5 a 10 años <input type="checkbox"/> Mayor a 10 años <input type="checkbox"/>	Formación Académica Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Tercer Nivel <input type="checkbox"/> Cuarto Nivel <input type="checkbox"/>	Profesión/Ocupación <input type="text"/>
1. ¿Conoce usted o ha recibido algún tipo de charla o taller respecto de la importancia de la conservación ambiental?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
2. ¿Cree usted importante la conservación ambiental dentro de la cuenca del río Minas?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
3. ¿Conoce usted a cerca de instituciones que usen los recursos naturales de la cuenca del río Minas?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
3.1. ¿Cuáles instituciones? <i>Agua Potable:</i> <i>Agua para Riego:</i> <i>Minería:</i> <i>Empresas Públicas:</i> <i>Otras:</i>				
3.2. ¿Conoce usted si estas instituciones realizan acciones para conservar o restaurar el ambiente?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
3.2.1. ¿Qué tipos de acciones realizan?				
4. ¿Usted o sus familiares directos son propietarios de predios de la zona?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
4.1. Si su respuesta es sí ¿Conoce usted a cerca de actividades que pongan en riesgo el agua u otros recursos dentro de la cuenca del río Minas?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
4.1.1. ¿Qué tipo de actividades?				
4.2. ¿Estaría usted dispuesto a colaborar con sus vecinos e instituciones para conservar y recuperar zonas afectadas de la cuenca del río Minas?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
4.2.1. En el caso de que no, ¿por qué no?				
5. Si instituciones locales o nacionales impulsaran proyectos de conservación basados en la compensación ambiental, ¿participaría?		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
5.1. ¿Qué es lo que le motivaría o incentivaría a conservar la cuenca del río Minas?				

Anexo 2. Hoja de campo utilizada para el cálculo de índice QBR para bosques de ribera

TABLA 2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA RIBERA EN LA REGION AUSTRAL DEL ECUADOR: ECOSISTEMAS DE BOSQUES DE RIBERA

OBSERVACIÓN IMPORTANTE: El puntaje máximo de cada apartado no puede ser mayor de 25 puntos ni ser negativo

APARTADOS	PUNTUACIÓN	
	Orilla Izq.	Orilla Der.
1. Grado de cubierta de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)		
> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	12.5	12.5
50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	5
10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	2.5	2.5
< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	0
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	5	5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50%	2.5	2.5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre 25 - 50%	-2.5	-2.5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es < 25%	-5	-5
SUBTOTAL		
TOTAL (Sumar ambas orillas)		
2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera		
Recubrimiento de árboles es > 75 %	12.5	12.5
Recubrimiento de árboles es entre 50 -75 %	5	5
Recubrimiento de árboles es < 50 %	2.5	2.5
Sin árboles, arbustos por debajo del 10 % o sólo vegetación herbácea	0	0
Gradiente de estratificación evidente y conectado: Dosel de árboles, sotobosque arbustivo y vegetación herbácea	5	5
Concentración de arbustos es > 50 %	5	5
Concentración de arbustos es entre 25 -50 %	2.5	2.5
Concentración de arbustos es < 25 %	1	1
Presencia de epifitas (p. ej. Bromelias)	2.5	2.5
Árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin continuidad	-2.5	-2.5
Existe una distribución regular (linealidad) en los árboles	-5	-5
SUBTOTAL		
TOTAL (Sumar ambas orillas)		
3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera		
Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	12.5	12.5
Como máximo un 25% de la cobertura es de árboles introducidos Pinus, Eucalyptus y Salix)	5	5
26 - 50% de los árboles de ribera son especies introducidas	2.5	2.5
Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas	0	0
Presencia de cultivos, pastizales o actividad ganadera	-5	-5
Presencia de construcciones (p. ej. casas, industrias)	-5	-5
Presencia de senderos o caminos	-2.5	-2.5
Presencia de vías asfaltada:	-5	-5
Presencia de otras actividades que modifiquen las riberas (p. ej. dragados, minería informal)	-5	-5
SUBTOTAL		
TOTAL (Sumar ambas orillas)		
4. Grado de naturalidad del canal fluvial		
El canal del río no ha sido modificado		25
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal		10
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río		5
Presencia de alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río		-15
Presencia de alguna estructura sólida dentro del lecho del río (p. ej. columnas de puentes)		-10
Presencia de pequeños vertidos		-5
Presencia de grandes vertidos		-15
Presencia de pequeñas derivaciones del flujo normal del agua		-5
Presencia de grandes derivaciones del flujo normal del agua		-15
Presencia de basuras de forma puntual pero abundantes		-5
Presencia de un basurero permanente en el tramo estudiado		-10
Presencia de lavanderías informales de ropa		-5
TOTAL		
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones de cada apartado)		

Nota: Recuperado de Acosta et al. (2014)