



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA QUEBRADA "SAN FRANCISCO" PARROQUIA MACHACHI, CANTÓN
MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA.**

Trabajo de Titulación previo a la obtención

del Título de: Ingeniera Ambiental

AUTORA: ALLYSON MICAELA ARIAS FLORES

TUTOR: EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO

Quito – Ecuador

2024

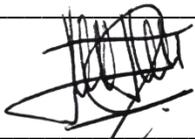
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Allyson Micaela Arias Flores con documento de identificación N° 1727328872
manifiesto que:

Soy la autora responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o
parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Allyson Micaela Arias Flores
1727328872

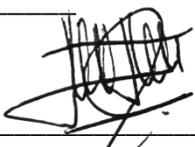
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Allyson Micaela Arias Flores con documento de identificación No. 1727328872, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo Experimental: “Elaboración De Un Plan De Manejo Ambiental Para La Conservación De La Quebrada "San Francisco" Parroquia Machachi, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Allyson Micaela Arias Flores
1727328872

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Rodrigo Arias Altamirano con documento de identificación N° 1710165869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA QUEBRADA "SAN FRANCISCO" PARROQUIA MACHACHI, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Arias Flores Allyson Micaela con documento de identificación N° 1727328872, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Edwin Rodrigo Arias Altamirano M.Sc.
1710165869

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a la búsqueda incansable de conocimiento y al poder transformador del pensamiento humano. A lo largo de la historia, hemos explorado los límites de nuestra comprensión, desafiando las fronteras de lo conocido y abrazando la incertidumbre con valentía. Esta dedicación a la exploración intelectual es un homenaje a todos aquellos que han elevado la humanidad a través de sus contribuciones a la ciencia, la filosofía y el arte.

En este viaje de descubrimiento, reconocemos a aquellos que han forjado el camino antes que nosotros, iluminando la oscuridad con la luz del conocimiento. Las mentes curiosas y apasionadas que han avanzado en todas las disciplinas merecen nuestro respeto y admiración. Su compromiso con la verdad y su voluntad de cuestionar lo establecido han impulsado nuestra comprensión colectiva y han dado forma a un mundo en constante evolución.

Finalmente, esta dedicatoria es un recordatorio de que el aprendizaje es un viaje sin fin, una odisea que nos desafía a crecer y adaptarnos. Al explorar nuevas ideas, teorías y perspectivas, honramos la esencia misma de lo que significa ser humano: la capacidad de indagar, reflexionar y crear. Que este trabajo inspire a las generaciones presentes y futuras a abrazar la búsqueda del conocimiento como un medio para enriquecer nuestras vidas y contribuir al continuo progreso de nuestra sociedad.

Con gratitud hacia el pasado y entusiasmo hacia el futuro, dedico este trabajo a la pasión por la exploración intelectual y a la chispa de curiosidad que arde en cada una de las personas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mis pasos a lo largo de este emocionante viaje académico que culmina con la obtención de este título universitario. Su divina sabiduría y constante presencia han sido mi faro en las situaciones desafiantes y en los momentos de celebración. Mi gratitud hacia Él trasciende las palabras, ya que reconozco que ha sido mi apoyo fundamental a lo largo de este camino de crecimiento y aprendizaje.

En este camino, he experimentado un crecimiento personal y académico que me ha permitido enfrentar desafíos y superar obstáculos con determinación. La guía divina ha sido mi fuerza en momentos de duda, recordándome que cada dificultad es una oportunidad para crecer y aprender. A través de la fe en Dios, he encontrado la fortaleza para perseverar y continuar avanzando hacia mis metas educativas, inspirado por la creencia de que Él ha trazado un camino único y significativo para mí.

Al concluir este capítulo de mi vida académica, reflexiono sobre las bendiciones que Dios ha derramado sobre mí. Cada logro es un testimonio de su amor incondicional y de su constante apoyo. Agradezco a Dios por enriquecer mi mente y mi alma con conocimiento, por brindarme las herramientas necesarias para alcanzar el éxito y por inspirarme a contribuir de manera significativa al mundo que me rodea. Con gratitud en el corazón y la certeza de que su guía seguirá iluminando mi camino, dedico este logro a su gloria y honor.

ÍNDICE

RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
HIPÓTESIS.....	17
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Problema.....	17
1.2. Antecedentes.....	18
1.3. Justificación.....	19
1.4. Objetivos.....	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivo Específico.....	21
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
2.1. Marco Legal.....	22
2.2. Marco Teórico.....	26
2.2.1. Quebrada.....	26
2.2.2. Cuenca Hidrográfica.....	27
2.2.3. Componente Físico.....	27
2.2.4. Componente Biótico.....	27
2.2.5. Calidad del Agua.....	27
2.2.6. Índice de la Calidad del Agua (ICA).....	28
2.2.7. Análisis de Suelo.....	28
2.2.8. Evaluación de Impacto Ambiental.....	28
2.2.9. Impacto Ambiental.....	29
2.2.10. Matriz de Leopold.....	29
2.2.11. Características Geomorfológicas de una cuenca hidrográfica.....	31
2.2.12. Parámetros de forma.....	32
2.2.13. Parámetros de relieve.....	33
2.2.14. Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	34
2.2.15. Conservación de Cuencas Hidrográficas.....	34
2.3. Línea Base.....	34
2.3.1. Componentes abióticos.....	34
2.3.2. Componentes bióticos.....	38
2.3.3. Componente socioeconómico.....	39
3. MATERIALES Y METODOS.....	41
3.1. Elaboración cartográfica.....	41
3.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo.....	42

3.1.2.	Características Geomorfológicas de una cuenca hidrográfica	42
3.1.3.	Parámetros de forma	43
3.1.4.	Parámetros de relieve	44
3.2.	Equipos y materiales	47
3.3.	Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua	48
3.3.1.	Muestras	48
3.3.2.	Determinación del Potencial de Hidrogeno (pH) y temperatura	49
3.3.3.	Determinación de la Turbidez	49
3.3.4.	Determinación del Oxígeno Disuelto (OD)	50
3.3.5.	Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	50
3.3.6.	Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	51
3.3.7.	Determinación de Solidos Disueltos Totales.....	53
3.3.8.	Determinación de Nitratos	54
3.3.9.	Determinación de Fosfatos.....	54
3.3.10.	Determinación de Coliformes Fecales	55
3.3.11.	Índice de Calidad del Agua	56
3.4.	Determinación de la flora y fauna	58
3.4.1.	Información Primaria	58
3.4.2.	Información Secundaria	58
3.5.	Determinación de la textura del suelo	59
3.6.	Elaboración de la Matriz de Leopold	60
3.7.	Encuestas	61
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1.	Delimitación de la cuenca hidrográfica	62
4.1.1.	Ubicación	62
4.1.2.	Ubicación de los puntos de muestro.....	62
4.1.3.	Características Geomorfológicas de una cuenca hidrográfica	64
4.1.4.	Distribución de la cobertura vegetal y textura del suelo	66
4.2.	Análisis de la textura del suelo	68
4.3.	Componente biótico	71
4.3.1.	Fauna.....	72
4.3.2.	Flora	73
4.4.	Análisis fisicoquímicos de la calidad del agua	75
4.4.1.	Muestra	75
4.4.2.	Potencial de Hidrógeno (pH)	76
4.4.3.	Temperatura	78

4.4.4.	Turbidez	80
4.4.5.	Oxígeno disuelto (OD).....	82
4.4.6.	Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	84
4.4.7.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	86
4.4.8.	Sólidos Disueltos Totales	88
4.4.9.	Nitratos.....	89
4.4.10.	Fosfatos	92
4.4.11.	Coliformes Fecales.....	94
4.4.12.	Índice de calidad del agua (ICA)	96
4.5.	Encuestas	97
4.5.1.	Cálculo del tamaño de la muestra	97
4.5.2.	Organización de la Información.....	98
4.6.	Matriz de Leopold	106
4.7.	Propuesta del Plan de manejo ambiental.....	113
4.7.1.	Introducción	113
4.7.2.	Justificación	113
4.7.3.	Objetivos	114
4.7.4.	Estructura del PMA.....	114
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
5.1.	Conclusiones	131
5.2.	Recomendaciones	133
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	135
7.	ANEXOS.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de valoración de magnitud e importancia del impacto ambiental	30
Tabla 2 Rango para el análisis mediante Matriz de Leopold	31
Tabla 6 Clases de valores de Forma.....	43
Tabla 7 Valores de compacidad para el índice de Gravelius	44
Tabla 8 Rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal	45
Tabla 9 Rangos aproximados de la pendiente media de la cuenca.....	46
Tabla 10 Equipos de laboratorio	47
Tabla 11 Pesos relativos	57
Tabla 12 Criterios de la calidad del agua	57
Tabla 13 Relación de los coeficientes de muestreo de poblaciones	61
Tabla 14 Puntos de muestreo	63
Tabla 15 Parámetros generales.....	64
Tabla 16 Parámetros de forma	64
Tabla 17 Parámetros de relieve	65
Tabla 18 Datos para la realización de la curva hipsométrica	65
Tabla 19 Análisis de Textura del suelo - Zona Baja.....	68
Tabla 20 Análisis de Textura del suelo - Zona Media.....	69
Tabla 21 Análisis de Textura del suelo - Zona Alta.....	70
Tabla 22 Flora de la quebrada San Francisco.....	72
Tabla 23 Fauna de la quebrada San Francisco	73
Tabla 24 Análisis del pH	76
Tabla 25 Análisis de la Temperatura	78
Tabla 26 Análisis de la turbidez	80
Tabla 27 Análisis del Oxígeno Disuelto.....	82
Tabla 28 Análisis de la DQO.....	84
Tabla 29 Análisis de la DBO5.....	86
Tabla 30 Análisis de los Solidos Disueltos Totales.....	88
Tabla 31 Análisis de Nitratos	90

Tabla 32 Análisis de Fosfatos.....	92
Tabla 33 Análisis de Coliformes Fecales	94
Tabla 34 Análisis del índice de calidad del agua durante 5 días	96
Tabla 35 Lista de criterios.....	106
Tabla 36 Valoración Cualitativa.....	107
Tabla 37 Valoración cuantitativa.....	108
Tabla 38 Lista de aspectos e impactos ambientales	108
Tabla 39 Matriz de Leopold (VALORACIONES).....	110
Tabla 40 Matriz de Leopold (CALCULOS)	111
Tabla 41 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos	115
Tabla 42 Plan de Manejo de Desechos.....	118
Tabla 43 Plan de Relaciones Comunitarias.....	121
Tabla 44 Plan de Contingencias y Emergencias.....	123
Tabla 45 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas.....	127

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Delimitación de la cuenca hidrográfica.	63
Mapa 2 Distribución de la cobertura vegetal	66
Mapa 3 Textura del suelo.....	67
Mapa 4 Disposición geográfica de las encuestas	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva Hipsométrica.....	47
Figura 2 Análisis Promedio del pH de los 5 días	77
Figura 3 Análisis Promedio de la Temperatura de los 5 días	79
Figura 4 Análisis Promedio de la Turbidez de los 5 días	81
Figura 5 Análisis Promedio del Oxígeno Disuelto de los 5 días.....	83
Figura 6 Análisis Promedio de la Demanda Bioquímica del Oxígeno de los 5 días.....	85
Figura 7 Análisis Promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de los 5 días.....	87
Figura 8 Análisis Promedio de los Sólidos Disueltos Totales de los 5 días	89
Figura 9 Análisis Promedio de los Nitratos de los 5 días.....	91
Figura 10 Análisis Promedio de los Fosfatos de los 5 días	93
Figura 11 Análisis Promedio de Coliformes Fecales de los 5 días	95
Figura 12 Resultados pregunta 1.....	99
Figura 13 Resultados pregunta 4.....	100
Figura 14 Resultados pregunta 5.....	101
Figura 15 Resultados pregunta 6.....	101
Figura 16 Resultados pregunta 7.....	102
Figura 17 Resultados pregunta 8.....	102
Figura 18 Resultados pregunta 9.....	103
Figura 19 Resultados pregunta 10.....	104

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Puntos de Muestreo.....	142
ANEXO 2 Muestras de agua.....	142
ANEXO 3 Recolección de muestras de suelo.....	142
ANEXO 4 Muestras de agua para el análisis de laboratorio.....	143
ANEXO 5 Análisis de fosfatos en las muestras de agua.....	143
ANEXO 6 Colocación de muestras de suelo en el tamiz.....	144
ANEXO 7 Pesaje de las muestras de suelo.....	144
ANEXO 8 Encuestas a los habitantes del barrio de panzaleo.....	144
ANEXO 9 Enlace de la encuesta realizada.....	144

RESUMEN

El análisis de la Quebrada de San Francisco en la parroquia de Machachi, cantón Mejía, revela aspectos clave en términos abióticos, bióticos y socioeconómicos. La quebrada fue dividida en tres puntos de muestreo: alto, medio y bajo, para obtener una comprensión completa de su dinámica. Los componentes naturales muestran diversidad geológica, influencia del clima montañoso y cambios en hábitats debido a actividades humanas. La interacción entre estos elementos impacta en el desarrollo del cantón.

La investigación identifica impactos ambientales en la quebrada, como canales de riego afectando ecosistemas acuáticos y pastoreo sin control erosionando suelos, la matriz de Leopold califica impactos como insignificantes. Sin embargo, el Índice de Calidad del Agua refleja niveles insatisfactorios debido a actividades cercanas y riesgos para la salud.

El análisis de suelos muestra contenido de arena dominante, beneficiando la aireación y la vitalidad vegetal. Las encuestas revelan patrones de visitas a la quebrada, preocupaciones sobre calidad del agua, percepciones divididas sobre impacto agrícola y conciencia sobre deforestación y erosión. Se subraya la necesidad de gestión sostenible y educación ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental se enfoca en el barrio Panzaleo, priorizando agua y suelo. Las medidas incluyen abordar pastoreo, prácticas agrícolas, gestión de residuos y promover sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: Quebrada San Francisco, Machachi, Cantón Mejía, Análisis ambiental, Impactos y gestión

ABSTRACT

The analysis of the San Francisco Creek in the Machachi parish, Mejía canton, reveals key aspects in terms of abiotic, biotic, and socio-economic factors. The creek was divided into three sampling points: high, middle, and low, to gain a comprehensive understanding of its dynamics. Natural components showcase geological diversity, influence from the mountainous climate, and habitat changes due to human activities. The interaction among these elements impacts the canton's development.

The research identifies environmental impacts on the creek, such as irrigation channels affecting aquatic ecosystems and uncontrolled grazing leading to soil erosion. The Leopold Matrix categorizes these impacts as insignificant. Nevertheless, the Water Quality Index reflects unsatisfactory levels due to nearby activities and health risks.

Soil analysis demonstrates a prevalent sandy content, benefiting aeration and plant vitality. Surveys unveil visitation patterns to the creek, concerns about water quality, mixed perceptions on agricultural impact, and awareness regarding deforestation and erosion. The need for sustainable management and environmental education is underscored.

The Environmental Management Plan focuses on the Panzaleo neighborhood, prioritizing water and soil. Measures encompass addressing grazing, agricultural practices, waste management, and promoting environmental sustainability.

Keywords: San Francisco Creek, Machachi, Mejía Canton, Environmental analysis, Impacts and management.

HIPÓTESIS

La Quebrada de San Francisco en Machachi, cantón Mejía, constituye un ecosistema complejo con interacciones significativas entre elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos, los impactos ambientales, como canales de riego y pastoreo sin control, aunque considerados insignificantes por la matriz de Leopold, generan niveles insatisfactorios de calidad del agua, planteando riesgos para la salud comunitaria, la dinámica ambiental compleja se refleja en la vitalidad vegetal y en la conexión intrincada entre las percepciones de la comunidad y la realidad ambiental. La gestión sostenible y la educación ambiental emergen como necesidades cruciales para abordar los desafíos identificados, el Plan de Manejo Ambiental en el barrio Panzaleo, con énfasis en agua y suelo, se propone como una solución clave. Las medidas propuestas, como abordar el pastoreo y las prácticas agrícolas, se anticipa que conducirán a mejoras significativas en la salud del ecosistema y, por ende, en la calidad de vida comunitaria. En resumen, se espera que este estudio contribuya a la comprensión y gestión sostenible de la Quebrada de San Francisco.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

El análisis detallado de la Quebrada de San Francisco en la parroquia de Machachi revela una compleja interacción entre elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos, con impactos ambientales significativos. A pesar de que la matriz de Leopold considera los impactos como insignificantes, el Índice de Calidad del Agua refleja niveles insatisfactorios, planteando riesgos para la salud y evidenciando discrepancias en la evaluación de impactos ambientales. La presencia de canales de riego afectando ecosistemas acuáticos y el pastoreo sin control erosionando suelos señalan problemas medioambientales que necesitan una atención más profunda. Estos problemas, junto con patrones de visitas a la quebrada, preocupaciones sobre calidad del agua y percepciones divididas sobre el impacto agrícola,

destacan la falta de una gestión efectiva y la necesidad de educación ambiental. En este contexto, el enfoque del Plan de Manejo Ambiental en el barrio Panzaleo, aunque prometedor, plantea interrogantes sobre su eficacia y su capacidad para abordar integralmente los problemas identificados en la Quebrada de San Francisco.

1.2. Antecedentes

Ecuador experimento un notable incremento en la sensibilización ambiental, orientado hacia la preservación del ambiente natural. Para alcanzar este propósito, se ha recurrido a Evaluaciones de Impacto Ambiental impulsadas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, lo que ha dado impulso al progreso de Planes de Manejo Ambiental. A partir de aquí, el país ha promulgado diversas legislaciones destinadas al manejo sostenible del medio ambiente, abarcando aspectos como los recursos bióticos y los abióticos. Asimismo, se ha tomado en cuenta el componente socioeconómico y cultural, el cual está intrínsecamente vinculado con los ecosistemas. No obstante, la protección de los bienes naturales y su posterior recuperación han adquirido un peso significativo en las últimas décadas (Méndez & Sigcha, 2023).

El eje central de este plan reside en la enunciación de un plan de manejo ambiental, con el objetivo primordial es la preservación y rehabilitación de los valiosos recursos existentes en la microcuenca de la Quebrada San Francisco. Esta microcuenca, ubicada en las proximidades del barrio Panzaleo en el cantón Mejía, se ha convertido en un ámbito crucial para esta propuesta debido a las actividades humanas que han desencadenado efectos perjudiciales sobre el entorno. Para enfrentar este desafío, resulta imperativo presentar un enfoque que divida la microcuenca en tres segmentos distintos: alto, medio y bajo. Esta división está relacionada con las variaciones altitudinales y su correspondencia con los patrones climáticos. En cada una de estas secciones se han identificado puntos estratégicos para la recolección y estudio de muestras, considerando parámetros de naturaleza física,

química y microbiológica. Esta metodología accederá un entendimiento más completo del escenario y posibilitará la toma de disposiciones fundamentadas en la organización y realización de medidas encaminadas a avivar la regeneración y el cuidado del medio ambiente.

Según Peralta (2019), desde 1995, la gestión integral de cuencas hidrográficas ha experimentado una evolución desde enfoques sectoriales hacia estrategias que promueven la labor conjunta de las riquezas de dicha cuenca. A partir de 1999, se ha trabajado en tácticas orientadas a este funcionamiento holístico, ya que los impactos ecológicos procedentes del aumento demográfico y mecánico han ocasionado considerables degradaciones en el entorno. Entre estos efectos se incluyen fenómenos significativos como el calentamiento global, el cambio climático y el efecto invernadero. Estos problemas a menudo emergen debido a una falta de comprensión de los costos medioambientales y económico social del entorno.

La toma de disposiciones y la consumación de tácticas y medidas efectivas son componentes esenciales para asegurar un cometido coherente de los recursos. Estas acciones deben ser minuciosamente planificadas para intervenir de modo positiva en los procesos que implican el uso de estos recursos, garantizando así su sustentabilidad y disponibilidad a lo largo del tiempo, con la perspectiva de beneficiar a las generaciones siguientes.

1.3. Justificación

En el contexto nacional, desde el 1995, se ha venido asociando la gestión de cuencas hidrográficas con enfoques sectoriales, caracterizados por una planificación fragmentada y la implementación de procesos de dirección representativa y gestión completa. Este proceso evolucionó desde el 1999, con un cambio hacia un enfoque de dirección completo de los recursos de la cuenca, donde dificultades relacionadas con la provisión de agua para generar energía, dispendio humano y regadío, impulsaron la adopción de un enfoque más holístico.

Esto llevó a una transición desde un manejo puramente sectorial hacia la búsqueda de una mesura entre las actividades productivas y la prestación ambiental que brinda la cuenca, así como la conservación de sus recursos ambientales.

El beneficio subyacente en este contexto es avivar la preservación de los recursos ambientales en el ámbito de las microcuencas, para contribuir al progreso sostenible. Esto adquiere especial relevancia en zonas como las cercanías de la microcuenca de la Quebrada San Francisco, situada en la parroquia de Machachi, cantón Mejía, adyacente al barrio Panzaleo. Las actividades agrícolas y ganaderas, fundamentales para la subsistencia económica de la comunidad local, han generado impactos que exigen una regulación, focalización y orientación hacia prácticas más sostenibles.

La ejecución de un plan de manejo ambiental en este contexto representa una garantía para la conservación y el fomento de un trámite coordinado de los riquezas hídricas, suelos y otros elementos en la microcuenca. La integración de los diversos aprovechamientos del agua bajo un enfoque compartido involucra la colaboración de los diferentes consumidores en el territorio, asegurando la protección de la Quebrada de San Francisco. A través de este enfoque, se busca no solo salvaguardar el entorno natural, sino también fomentar el confort y la salud de la comunidad, estableciendo programas y proyectos que permitan una utilización responsable y beneficiosa de los recursos. A medida que exploramos este tema con mayor detalle en los siguientes apartados, es crucial considerar las alternativas para un aprovechamiento sostenible de las microcuencas, en consonancia con el desarrollo sustentable, involucrando la colaboración activa de los actores y usuarios en la ejecución de proyectos técnicos que respalden los objetivos de la cuenca.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para la conservación de la quebrada "San Francisco" Parroquia Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

1.4.2. Objetivo Especifico

- Reconocer los proyectos obras o actividades que se llevan a cabo dentro de la quebrada "San Francisco".
- Elaborar un levantamiento de la línea base recopilando información de sus elementos bióticos y abióticos para la determinación del diagnóstico ambiental de la quebrada "San Francisco".
- Plantear una propuesta de Plan de Manejo Ambiental de la quebrada "San Francisco" para fomentar la preservación de la misma.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Marco Legal

Constitución de la república del ecuador

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida (Ecuador A. N., 2008, pág. 13).

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales (Ecuador A. N., 2008, pág. 13).

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Ecuador A. N., 2008, pág. 14).

Art. 66.- El derecho a una vida digna, digna que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios. El derecho a vivir un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza (Ecuador A. N., 2008, pág. 32).

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Ecuador A. N., 2008, pág. 36).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado (Ecuador A. N., 2008, pág. 36).

Art. 275.- El régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socioculturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del *sumak kawsay*. El Estado planificará el desarrollo del país para garantizar el ejercicio de los derechos, la consecución de los objetivos del régimen de desarrollo y los principios consagrados en la Constitución. La planificación propiciará la equidad social y territorial, promoverá la concertación, y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente. El buen vivir requerirá que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades gocen efectivamente de sus derechos, y ejerzan responsabilidades

en el marco de la interculturalidad, del respeto a sus diversidades, y de la convivencia armónica con la naturaleza (Ecuador A. N., 2008, pág. 134).

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio, inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias. El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos. El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley 7 (Ecuador A. N., 2008, pág. 160).

Art. 400.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país (Ecuador A. N., 2008, pág. 190).

Art. 403.- El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza (Ecuador A. N., 2008, pág. 190).

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria (Ecuador A. N., 2008, pág. 192).

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (Ecuador A. N., 2008, pág. 192).

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico (Ecuador A. N., 2008, pág. 193).

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica;

tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo (Ecuador A. N., 2008, pág. 193).

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptaran políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollaran programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento la asamblea Nacional en los casos que: Comprometan el patrimonio natural y en especial el agua, la biodiversidad y su patrimonio genético (Ecuador A. N., 2008, pág. 193).

Art. 38.- Objetivos. Las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cumplirán con los siguientes objetivos:

1. Conservar y usar de forma sostenible la biodiversidad a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos y sus derivados, así como las funciones ecológicas y los servicios ambientales (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22);
2. Proteger muestras representativas con valores singulares, complementarios y vulnerables de ecosistemas terrestres, insulares, dulceacuícolas, marinos y marino costeros (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22);
3. Proteger las especies de vida silvestre y variedades silvestres de especies cultivadas, así como fomentar su recuperación, con especial énfasis en las nativas, endémicas, amenazadas y migratorias (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22);
4. Establecer valores de conservación sobre los cuales se priorizará su gestión (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22)
5. Mantener la dinámica hidrológica de las cuencas hidrográficas y proteger los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22)
6. Garantizar la generación de bienes y servicios ambientales provistos por los ecosistemas e integrarlos a los modelos territoriales definidos por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22)
7. Proteger las bellezas escénicas y paisajísticas, sitios de importancia histórica, arqueológica o paleontológica, así como las formaciones geológicas (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22)
8. Respetar, promover y mantener las manifestaciones culturales, el conocimiento tradicional, colectivo y saber ancestral de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades e integrarlas al manejo de las áreas protegidas (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 22)
9. Promover el bio-conocimiento y la valoración de los servicios ecosistémico articulados con el talento humano, la investigación, la

tecnología y la innovación, para los cual se estimulará la participación del sector académico público, privado, mixto y comunitario (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 23)

10. Impulsar alternativas de recreación y turismo sostenible, así como de educación e interpretación ambiental (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 23)
11. Garantizar la conectividad funcional de los ecosistemas en los paisajes terrestres, marinos y marino-costeros; y, (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 23)
12. Aportar a la adaptación y mitigación del cambio climático mediante los mecanismos previstos en este Código (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 23)

Art. 15.- Conformación. - Dos o más provincias con continuidad territorial, superficie regional mayor a veinte mil kilómetros cuadrados y un número de habitantes que en su conjunto sea superior al cinco por ciento (5%) de la población nacional formarán regiones de acuerdo con la Constitución y la ley. Para la conformación de regiones se requerirá y garantizará obligatoriamente que exista equilibrio interregional, afinidad histórica y cultural, complementariedad ecológica y manejo integrado de cuencas, en los términos establecidos en la Constitución, y que el territorio de la región a conformarse no supere el veinte por ciento del total del territorio nacional. Se crearán incentivos económicos y de otra índole para que las provincias se integren en región (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 15)

Art. 32.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado regional. - Los gobiernos autónomos descentralizados regionales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen; a) Planificar, con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo regional y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, provincial, cantonal y parroquial en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad; b) Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuencas hidrográficas, de acuerdo con la ley; c) Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre regional y cantonal en tanto no lo asuman las municipalidades; 11 d) Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito regional; e) Otorgar personalidad jurídica, registrar y controlar a las organizaciones sociales de carácter regional (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 21)

Art. 42.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado provincial. - Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen: a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, en el ámbito de sus competencias, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad; b) Planificar,

	<p>construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas; c) Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional y los demás gobiernos autónomos descentralizados, obras en cuencas y micro cuencas; d) La gestión ambiental provincial; e) Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego de acuerdo con la Constitución y la ley; f) Fomentar las actividades productivas provinciales, especialmente las agropecuarias (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 23)</p>
<p>Código orgánico del ambiente (COA)</p>	<p>Art. 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas. - La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de 12 la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 42)</p> <p>Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental. - De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley. Los gobiernos autónomos descentralizados regionales y provinciales, en coordinación con los consejos de cuencas hidrográficas podrán establecer tasas vinculadas a la obtención de recursos destinados a la conservación de las cuencas hidrográficas y la gestión ambiental; cuyos recursos se utilizarán, con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales y las comunidades rurales, para la conservación y recuperación de los ecosistemas donde se encuentran las fuentes y cursos de agua (El Ministerio del Ambiente, 2018, pág. 43)</p>

Nota: Los artículos son tomados del a marco legal vigente del ecuador. Realizado por: Arias Allyson

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Quebrada

Una quebrada puede definirse a manera de una grieta que surge dentro de una montaña o como un estrecho que surge por las pendientes de dos elevaciones terrestres. En

ocasiones, estas quebradas tienen corrientes de agua poco profundas y de bajo afluente, y no es usual localizar peces en ellas (Pérez Porto & Gardey, 2011).

2.2.2. Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un zona bajo el control del desagüe de un río o una red de ríos, y cuenta con una salida destinada al flujo de agua. La utilización de estas cuencas como unidades de planificación es sustancial para la adecuada dirección de los recursos de carácter hídrico. Los ríos tributarios son afluentes más pequeños de las principales cuencas. En Ecuador, se maneja el término "demarcación hidrográfica" para describir a un territorio que incluye tanto tierras como aguas marinas, formado por cuencas hidrográficas cercanas, así como por aguas subterráneas y costeras relacionadas. (Michelle, y otros, 2019).

2.2.3. Componente Físico

El Componente físico se refiere a la geografía, la topografía, el clima, la geología y la geomorfología en el que se da actividades biológicas y se denominan componentes físicos, así como recursos esenciales para el progreso de la vida, como el aire, suelo y agua. Es crucial señalar que la parte física proporciona el entorno necesario para el desarrollo y la interacción de los cuerpos vivos (Méndez & Sigcha, 2023).

2.2.4. Componente Biótico

Todos los organismos vivos que viven en un ecosistema forman sus componentes bióticos. Estos incluyen tanto animales como plantas, así como microorganismos como bacterias. Además, se analizan los restos de seres vivientes y fallecidos, así como las otras formas en que afectan el desarrollo y crecimiento de las plantas (OVACEN, 2018).

2.2.5. Calidad del Agua

La calidad del agua describe a las propiedades biológicas, físicas y químicas de la misma, ya sea de manera alterada o natural por el movimiento humano, en general, para

evaluar la calidad del agua, comparan sus propiedades físicas y químicas con estándares predefinidos. Al principio, este concepto se asociaba fuertemente como el empleo del agua solo para gasto humano, pero también puede referirse a la aptitud del agua, en el empleo de otros usos. (Baeza Gómez, 2014).

2.2.6. Índice de la Calidad del Agua (ICA)

El Índice de calidad del agua cataloga la calidad del agua de un flujo superficial en una de cinco categorías numéricas. Este índice se basa en mediciones realizadas a lo largo del tiempo en una estación de seguimiento utilizando un conjunto de cinco o seis variables particulares. Este indicador tiene como objetivo reflejar las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad del agua en un flujo, lo que permite identificar rápidamente posibles problemas de contaminación en un momento y período de tiempo específicos. Además, el índice da una idea del uso del agua para diversas actividades con respecto a las posibilidades o limitaciones de la misma (IDEAM, 2013).

2.2.7. Análisis de Suelo

Los análisis de suelos, es un utensilio útil para cualesquier programa de empleo del suelo porque permiten evaluar la cantidad de nutrientes existentes en el suelo, estos análisis toman en cuenta varios parámetros fisicoquímicos (disponibilidad de potasio, fósforo, nitrógeno, etc.), incluyendo la textura, que indica el nivel adecuado de riego del suelo y el pH, que indica la acidez o alcalinidad del suelo. (AGQ Labs , 2017).

2.2.8. Evaluación de Impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es una fase legal y administrativo - técnico que busca determinar, anticipar e interpretar los probables impactos ambientales de un plan o acción para prevenir, corregir y evaluar sus efectos. La obtención de la

modificación, rechazo o aprobación por parte de las autoridades competentes es su principal objetivo (Cruz Mínguez , Gallego Martín, & González de Paula , 2009).

La evaluación de impacto ambiental debe tener en cuenta la base científica sólida de los componentes de un ecosistema y cómo interactúan entre sí. Además, es crucial considerar la organización de los elementos ambientales que serán evaluados, los estándares de valor que se utilizarán y las opciones técnicas más apropiadas para el área de estudio (Méndez & Sigcha, 2023).

2.2.9. Impacto Ambiental

Es la variación o modificación que tolera el entorno o alguna de sus partes debido a la influencia de la actividad humana, de cierta magnitud y complejidad. Esta actividad es un programa, proyecto de ingeniería, plan o una disposición administrativa o legal que tenga un impacto ambiental. Es importante destacar que el término "impacto" no necesariamente tiene una connotación negativa porque puede ser tanto positivo como negativo (Cruz Mínguez , Gallego Martín, & González de Paula , 2009).

2.2.10. Matriz de Leopold

Las matrices causa - efecto son herramientas utilizadas para detectar los efectos de una acción en particular, identificando las acciones que pueden causar alteraciones y los elementos del entorno que podrían verse afectados. Una de las matrices más utilizadas es la de Leopold, que enumera cien acciones que pueden estar relacionadas con 88 factores ambientales (Verd Crespí, 2023).

La matriz de Leopold, también conocida como matriz causa - efecto, es un instrumento que se presenta como un cuadro de doble entrada. Este diagrama organiza los elementos ambientales que podrían verse perjudicados en filas, mientras que las medidas sugeridas que podrían tener un impacto en columnas. (Dellavedova, 2010).

Según Nizama (2018) después de crear las cuadrículas que representan los impactos potenciales, se realizan evaluaciones individuales de los impactos más significativos. Cada casilla recibe dos valores:

- **Magnitud:** la intensidad del impacto en el factor ambiental en cuestión se representa con un número de 1 a 10. El valor 10 indica un cambio máximo y el valor 1 indica un cambio mínimo. El triángulo que se forma por la celda con una línea transversal contiene este valor. Los valores de magnitud están anteceditos por signos positivos (+) o negativos (-), según se refieran a efectos ambientales positivos o negativos, respectivamente. Se entiende como beneficioso aquellos elementos que optimizan la calidad ambiental.
- **Importancia:** también conocida como ponderación, se refiere al peso relativo del factor ambiental considerado en el plan o a la probabilidad de que ocurran alteraciones. El triángulo desarrollado por la celda con una línea transversal, tomando en cuenta la parte inferior del triángulo, contiene este valor.

A continuación, se muestra los criterios de valoración de magnitud e importancia del impacto ambiental:

Tabla 1 Criterios de valoración de magnitud e importancia del impacto ambiental

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+/- 1	Temporal	Puntual	+ 1
Baja	Media	+/- 2	Media	Puntual	+ 2
Baja	Alta	+/- 3	Permanente	Puntual	+ 3
Media	Baja	+/- 4	Temporal	Local	+ 4
Media	Media	+/- 5	Media	Local	+ 5
Media	Alta	+/- 6	Permanente	Local	+ 6
Alta	Baja	+/- 7	Temporal	Regional	+ 7
Alta	Media	+/- 8	Media	Regional	+ 8
Alta	Alta	+/- 9	Permanente	Regional	+ 9
Muy Alta	Alta	+/- 10	Permanente	Nacional	+ 10

Nota: La magnitud se multiplica por la importancia para calcular el valor total de la matriz de Leopold. Fuente: (Nizama, 2018).

Los resultados de la matriz se analizarán según la tabla de Cachago Paillacho & Córdor Caiza (2023) que se presenta a continuación:

Tabla 2 Rango para el análisis mediante Matriz de Leopold

Rango	Clasificación
< 25	Irrelevante
≥ 25 y < 50	Moderado
≥ 50 y < 75	Severo
≥ 75	Critico

Fuente: (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023)

2.2.11. Características Geomorfológicas de una cuenca hidrográfica

De acuerdo con los estudios realizados por Córdova (2016) se destacan las propiedades geomorfológicas de una cuenca que han sido ampliamente investigadas, a continuación, se enumeran algunas de estas propiedades:

2.2.11.1. Área

La extensión plana de la superficie de drenaje en un sistema de flujo de agua que fluye hacia un mismo cauce se conoce como "área" su unidad de medida, entre otras que se usan, pueden ser metros cuadrados (m²) o kilómetros cuadrados (km²), las líneas que separan las cuencas hidrográficas de la zona de investigación limitan esta área (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

2.2.11.2. Perímetro

La longitud del alrededor de una cuenca se refiere a la extensión de su perímetro. Dicha cuantificación se calcula en unidades de longitud, como metros (m) o kilómetros (km) separan las cuencas hidrográficas de la zona de investigación limitan esta área (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

2.2.11.3. *Longitud*

La longitud del cauce más importante se define como el trayecto que recorre el flujo de agua desde la parte alta de la cuenca, donde el río nace, hasta la parte menor de la cuenca, conocida como punto final o desembocadura (Cachago Paillacho & Cóndor Caiza, 2023).

2.2.11.4. *Ancho*

El valor se obtiene al relacionar el área con la longitud (Cachago Paillacho & Cóndor Caiza, 2023).

2.2.11.5. *Desnivel altitudinal*

La medida del desnivel altitudinal se calcula al comparar la altitud mínima y máxima de la cuenca. Esta diferencia está relacionada con las variaciones del clima y del ambiente, ya que una cuenca con más aumento de pisos altitudinales puede alojar una mayor diversidad de ecosistemas debido a las variaciones significativas en temperatura y precipitación (Cachago Paillacho & Cóndor Caiza, 2023).

2.2.12. Parámetros de forma

2.2.12.1. *Factor de forma o Índice de Horton*

De acuerdo a Córdova (2016), el factor de forma es un parámetro que permite comprender la forma alargada de una cuenca, se calcula como la correlación entre el área de la cuenca y su longitud.

2.2.12.2. *Coefficiente de Compacidad de Gravelius*

El índice de Gravelius es un parámetro que confronta el perímetro de una cuenca con el área de un círculo de semejante área. Este indica qué tan radial es la cuenca y alcanza a servir como una guía de la propensión a desbordamientos (Cachago Paillacho & Cóndor Caiza, 2023).

2.2.13. Parámetros de relieve

El realce de la cuenca hidrográfica tiene un impacto significativo en la acumulación de aguas generadas por las precipitaciones en la red de drenaje y los subafuentes del río principal. Se puede inferir que la reunión de aguas de escorrentía aumenta con la pendiente (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

2.2.13.1. *Pendiente media del cauce principal*

De acuerdo a Córdova (2016) la forma en que la topografía afecta el proceso de erosión y la generación de altos caudales de una cuenca depende de la pendiente, que puede variar en diferentes grados, existen diversos criterios para definir este parámetro.

2.2.13.1.1. *Pendiente media de la cuenca*

Este indicador informa un valor promedio de las pendientes presentes en las distintas áreas topográficas de una cuenca, influye significativamente en la velocidad del escurrimiento de agua superficial. Hay diferentes métodos para calcular la pendiente media (Córdova, 2016).

2.2.13.2. *Altitud media de la cuenca*

Proporciona una estimación del clima de la región, especialmente en áreas montañosas, ya que los cambios en la altitud afectan directamente la distribución de temperatura, la altitud media se refiere a la cota promedio sobre el nivel del mar y se calcula utilizando la curva hipsométrica o el histograma de altitudes frecuentes (Bravo Peralta, 2019).

2.2.13.3. *Curvas hipsométricas*

La curva hipsométrica es una representación crucial que exhibe las alturas sobre el nivel del mar en el eje vertical y el proporción del área de la cuenca, sobre cada elevación en el eje horizontal. Es una herramienta importante para comprender el relieve de la cuenca en estudio (Córdova, 2016).

2.2.14. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El plan de manejo ambiental es el utensilio fundamental para la comisión ambiental porque engloba todos los principios, estrategias, actividades y proyectos precisos para evitar, comprimir y contrarrestar los efectos dañosos al ambiente y promover los beneficios; los impactos ambientales y las acciones contempladas en el PMA están estrechamente relacionados. La magnitud y relevancia del impacto ambiental en cada plan determinará el alcance de la medida a implementar (Rincon, 2023).

2.2.15. Conservación de Cuencas Hidrográficas

El objetivo de los programas de conservación de cuencas es proteger y restaurar el entorno natural, lo que incluye investigaciones sobre la flora y la fauna, así como la implementación de medidas para reducir los efectos perjudiciales de la gestión y tratamiento del agua, así como los desechos en las comunidades (AECID, 2022).

2.3. Línea Base

2.3.1. Componentes abióticos

2.3.1.1. Geología

Los materiales volcánicos del Cotopaxi, como piroclastos, lahares y flujos de lava, cubren extensas áreas del cantón Mejía, las rocas más antiguas del volcán Pisayambo del Paleoceno, como piroclastos y riolitas, se encuentran en el lado oriental, las rocas en el lado occidental provienen de diferentes épocas geológicas, como el Cretáceo, Eoceno y Cenozoico (BARROS SULCA & SALTOS ABRIL, 2010).

El mapa geológico de Machachi, publicado por el IGM y el Léxico Estratigráfico de Hoffstetter, indica una capa de Ceniza Lacustre, un depósito Coluvial, la Formación Cangagua y los materiales volcánicos del Rumiñahui y del Atacazo (CAPTAGUA CIA. LTDA., 2014).

Machachi está hecho de capas de material andesítico de un color verde distintivo. La parroquia de Aloasí es un ejemplo de otro lugar con materiales similares, también se pueden ver intercalaciones de lava en la región (Méndez & Sigcha, 2023)

2.3.1.2. *Edafología*

2.3.1.2.1. Taxonomía

De acuerdo a los archivos en formato Shapefile (.shp) de Geopedología a escala 1:25 000, disponibles en el Geo Portal del Agro Ecuatoriano (2019), se identificaron en el cantón Mejía cuatro órdenes taxonómicos de suelos. Estos órdenes son:

- Andisol: son suelos que se forman a partir de materiales piroclásticos de expulsiones volcánicas, su primordial particularidad es la diversidad de elemento parental por la diversidad de elementos arrojados. Se originan por el rápido enfriamiento de los materiales, resultando en un vidrio volcánico amorfo (Moreno Ramón, Ibáñez Asensio, & Gisbert Blanquer, 2011).
- Entisol: son de formación reciente y se ubican en terrenos inclinados, el tiempo de desarrollo breve de muchos de estos suelos indica que sus capas no están muy desarrolladas (BARROS SULCA & SALTOS ABRIL, 2010).
- Inceptisoles: Su formación es incipiente y representa la siguiente etapa evolutiva después de los entisoles, se forman a partir de una variedad de elementos parentales, como elementos resistentes o escombros de volcanes, pueden encontrarse en una variedad de climas, pero por lo general, se encuentran en lugares con relieves abruptos, pendientes pronunciadas, depresiones o superficies geomorfológicas jóvenes (BARROS SULCA & SALTOS ABRIL, 2010).
- Mollisoles: tienen una capa superior gruesa y un color negro distintivo, estas características favorecen el crecimiento de las raíces, lo que los hace adecuados para el cultivo de una variedad de plantas (BARROS SULCA & SALTOS ABRIL, 2010).

2.3.1.2.2. Textura

El cantón Mejía tiene suelos de textura fina a gruesa con rocas expuestas, las extensiones de 87171,51 ha y 42872,47 ha están dominadas por texturas moderadamente gruesas y medias, la superficie de la textura gruesa es de 2784,21 ha, mientras que la superficie de la textura fina es de 53,92 ha (BARROS SULCA & SALTOS ABRIL, 2010).

2.3.1.3. Clima

2.3.1.3.1. Características Generales

Para entender el clima del Ecuador, es fundamental tener en cuenta la altitud de cada zona, ya que la altura de la Cordillera de los Andes tiene un impacto significativo en el clima y las estaciones del año, por ende, se tiene que el clima presente en las regiones montañosas es diferente significativamente del clima tropical que rodea esta cadena montañosa. En Ecuador, se pueden distinguir hasta nueve variedades climáticas diferentes, entre ellas el clima seco, tres climas tropicales (húmedos, monzónicos y de sabana), tres climas mesotérmicos (húmedos, semihúmedos y secos) y, finalmente, el clima típico de los páramos. Es importante destacar que el número 9 que es el de las Islas Galápagos (MEJÍA, 2020).

De acuerdo con la clasificación regional mencionada anteriormente, Machachi, la parroquia donde se encuentra la quebrada San Francisco tiene un tiempo ecuatorial de la montaña alta, un término técnico que se refiere a páramos ubicados a más de 3000 msnm (metros sobre el nivel del mar) (MEJÍA, 2020).

2.3.1.3.2. Temperatura

La temporada cálida en Machachi dura 2,8 meses, desde el 16 de septiembre hasta el 9 de diciembre, el máximo promedio de temperatura durante esta temporada puede superar los 18 °C, abril es el mes más caliente en Machachi, con temperaturas media de 18 °C y 9 °C. Sin embargo, la fase fresca dura dos meses, desde el 27 de mayo hasta el 27 de julio, donde la

temperatura máxima diaria no supera los 18 °C, cabe recalcar que Julio es el mes más frío de Machachi, con temperaturas promedio de 8 °C y 17 °C (Spark, 2023).

2.3.1.3.3. Precipitación

Los niveles de precipitación en el cantón Mejía varían significativamente, lo que indica que las zonas con la mayor cantidad de lluvia se ubican en la parte occidental del territorio, en particular en la parroquia Manuel Cornejo Astorga. Los niveles de precipitación anual en la parroquia de Machachi oscilan entre 1000 mm y 2000 mm, debido al tipo de clima presente en dicha región (MEJÍA, 2020).

La temporada más lluviosa en Machachi dura 6,8 meses, desde noviembre hasta mayo, con una probabilidad de más del 45% de días lluviosos, según la recopilación de información de Weather Spark (2023) de los Informes METAR emitidos por las estaciones meteorológicas del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre (Pichincha, Ecuador), Aeropuerto Internacional Cotopaxi (Cotopaxi, Ecuador) publicados desde el 2011 y la Base de Datos Integrada de la Superficie (ISD), anunciada y sostenida por el Centro Nacional de Información Medioambiental de NOAA (Estados Unidos). El mes con más días lluviosos es abril (22,4 días), mientras que el período más seco es de mayo a noviembre durante 5,1 meses. El mes de agosto tiene menos días de lluvia (4,5 días) (Spark, 2023). En base a esto se tiene que el tipo de precipitación más común en Machachi de manera anual es la lluvia.

2.3.1.4. Hidrología

El cantón Mejía conserva una gran suma de elementos hídricos naturales, internamente de su zona se ubican 56 microcuencas que son subcuencas de los ríos Guayllabamba, Blanco, Jatunyacu y Patate; los volcanes Rucu Pichincha, Atacazo, Corazón, Ilinizas, Rumiñahui, Sincholagua, Pasochoa, Ilalo, Cotopaxi y Quilotoa son fuentes de alimentos y origen de estos ríos (BARROS SULCA & SALTOS ABRIL, 2010).

Alrededor de 1622 microcuencas, incluidos ríos y quebradas, se han registrado en el cantón, el Río San Pedro, Toachi, Pilatón, Sarapullo, Chictoa, Naranjal, Pita, Quitasol y Tandapi son algunos de ellos; también hay muchas quebradas, como la Quebrada del Timbo, San Antonio, Santa Ana y San Francisco. Lamentablemente, el cantón carece de un vertedero de escombros, lo que hace que muchas de estas quebradas sean afectadas por la soltura de desechos sólidos por parte de la población (MEJÍA, 2020).

Aproximadamente 844 corrientes fluviales atraviesan la parroquia de Machachi, tanto ríos como quebradas. Entre esta vasta red hidrográfica, se encuentra la quebrada que es objeto de estudio dentro de este proyecto de investigación (IGM, 2013).

2.3.2. Componentes bióticos

2.3.2.1. *Flora*

La diversidad vegetal del cantón Mejía se identifica por enseñar algunos medios que poseen un alto grado de endemismo, aun así, las especies endémicas están expuestas a una gran presión debido a las modificaciones en el uso del suelo, deforestación indiscriminada, incendios, replantación de especies no autóctonas y pastoreo descontrolado, lo que supone un peligro en su supervivencia. Las familias de vegetación más conocidas que aún existen en el cantón son: Asteraceae, Ericaceae, Poaceae, Apiaceae, Solanaceae y Orchidiaceae, entre otras muchas especies autóctonas (MEJÍA, 2020).

2.3.2.2. *Fauna*

Los vertebrados son los animales más comunes en el cantón Mejía. Sin embargo, el descenso de la calidad del hábitat y la disminución de los recursos disponibles causada por la disminución del área es una de las primordiales causas de la pérdida animal, lo que da como resultado un efecto directo en la tasa de mortalidad de las poblaciones biológicas que habitan en la zona, lo que significa un riesgo para las especies poco comunes o con densidades poblacionales bajas (MEJÍA, 2020).

2.3.3. Componente socioeconómico

2.3.3.1. Educación

2.3.3.1.1. Establecimientos Educativos

Machachi y Manuel Cornejo Astorga tienen más instituciones educativas de nivel básico, en contraste con El Chaupi, que solo tiene dos Centros Iniciales y una de Institución de educación Básica. En términos generales, el Cantón Mejía cuenta con 39 instituciones educativas de nivel primero, 76 de nivel básico y 16 de nivel superior. Aunque Cutuglagua es la segunda parroquia con más habitantes, solo representa el 11% de los establecimientos, mientras que Manuel Cornejo Astorga alcanza el 17% (MEJÍA, 2020).

2.3.3.1.2. Nivel de instrucción

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Mejía de (2020), la urbe tiene diversos niveles educativos. En el cantón Mejía, el 36% de la población ha alcanzado un nivel de enseñanza primaria, el 24% tiene un nivel secundario y finalmente solo el 11% ha alcanzado un nivel superior.

2.3.3.1.3. Analfabetismo

El índice de analfabetismo, en la parroquia de Machachi representa el 6,10 % de la población total, se destaca la cantidad de personas que no asisten a escuelas regulares, que asciende a 15.958, lo que representa el 63,92% de la población (GREENLEAF CIA. LTDA., 2016).

2.3.3.2. Salud

2.3.3.2.1. Centros de salud

En el Cantón Mejía hay cinco Centros de Salud de tipo A, estos están en las parroquias de Manuel Cornejo Astorga, El Chaupi, Uyumbicho, Alóag y Tambillo dando atención médica referente a servicios para prevenir, promover y recuperación de la salud, cuidados paliativos, etc. Los Centros de Salud de tipo B, están colocados en parroquias con

mayor densidad poblacional, como Machachi y Cutuglagua ofreciendo servicios adicionales como psicología, nutrición y trabajo social. Finalmente, la cabecera cantonal de Machachi tiene el Hospital Básico, que ofrece servicios hospitalarios (MEJÍA, 2020)..

2.3.3.2.2. Personal de salud

Según el PDOT (2020) del Cantón Mejía en el año 2020, se contabilizó una cantidad cercana a 277 expertos especialistas en el campo de la salud. De ese total, 33 eran médicos especialistas, 24 médicos generales, 66 profesionales en Enfermería, 32 dentistas, 33 psicólogos y 41 veterinarios, destacando mayor presencia de mujeres en el ámbito de Enfermería, Psicología y Medicina Especializada.

2.3.3.3. Población

2.3.3.3.1. Número de habitantes

El cantón Mejía tiene una población estimada de 84,011 personas, de las cuales el 20,30% viven en espacios urbanos y el 80% en espacios rurales. La población de Machachi es de 28,532 personas, con el 59.79% viviendo en sitios urbanas y el 40.21% viviendo en sitios rurales (GREENLEAF CIA. LTDA., 2016).

Entre 1990 y 2010, la parroquia de Machachi sufrió un gran crecimiento demográfico, aumentando su población de 18,402 a 28,535 personas, mostrando un aumento constante y equilibrado en la población, se pronostica que para el año 2030, esta cifra alcanzará los 45,328 habitantes, volviendo a Machachi la parroquia más poblada del cantón Mejía (GREENLEAF CIA. LTDA., 2016).

2.3.3.3.2. Densidad Poblacional

La densidad de población en la parroquia de Machachi es de 59,03 personas por kilómetro cuadrado (GREENLEAF CIA. LTDA., 2016). Lo que significa que cada kilómetro cuadrado de la parroquia cuenta con alrededor de 59 residentes.

2.3.3.3.3. Grupos por sexo y edad

El Cantón Mejía tenía una urbe total de 84.011 hab. en 2010, el 49% eran hombres y el 51% mujeres, mostrando una ligera superioridad del sexo femenino, el 59% de la población total tenían menos de 29 años, lo que demuestra una gran cantidad de jóvenes de ambos sexos, sin embargo, la proporción de personas mayores era baja, ya que apenas el 7% de la población tenía más de 60 años (MEJÍA, 2020).

2.3.3.4. Principales Actividades Productivas

La agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca fueron las principales acciones económicas que contribuyeron al crecimiento del cantón Mejía, representando el 31% de la economía local, la industria manufacturera representó el 20%, finalmente, el sector de transporte, información y comunicaciones representó un 9% (MEJÍA, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Elaboración cartográfica

La determinación de la cuenca hidrográfica se hizo manejando datos específicos geoespaciales de Ecuador, los cuales estaban en formato shapefile (.shp) con la escala de 1:25 000. Dos portales digitales principalmente dedicados a este propósito se utilizaron para recopilar esta información, los cuales fueron:

- Instituto Geográfico del Ecuador – IGM
- Sistema Nacional de Información – SIN

Posteriormente de aglutinar los datos precisos, se empezó el procedimiento para definir la cuenca hidrográfica de la Quebrada San Francisco, para realizar esta tarea, se utilizó el software ArcGIS con una variedad de herramientas, incluidas como Create TIN, From TIN, Flow Accumulation, Conditional, Raster to Polygon, entre otras. Estas herramientas fueron

esenciales para realizar un análisis detallado y preciso de la información geoespacial, lo que permitió determinar con precisión los límites de la cuenca mencionada.

3.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo

Se determino tres puntos de muestreo en relación con la microcuenca (sección superior, intermedia e inferior), las coordenadas de cada punto de acuerdo a un GPS - ETREX 30, de manera in situ, según Chavez Mendoza & Lechón Catucumbamba, (2023) se debe tomar en cuenta:

1. Los sitios deben elegirse estratégicamente para garantizar una representación acorde, idealmente donde se anticipen alteraciones notables en la calidad o en áreas de relevancia, como confluencias con importantes flujos o divisiones. Suelen descartarse represas y sitios con descargas locales mínimas.
2. Se recomienda seleccionar sitios con información disponible sobre el flujo, siendo común la instalación de equipos de monitoreo en puestos de control del río.
3. Cuando se busca monitorear los impactos de una descarga, es esencial realizar muestreos tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio. Sin embargo, se deben considerar las directrices para permitir la mezcla, evaluar la receptividad del agua y entender los efectos en las muestras a diferentes profundidades.
4. La accesibilidad vehicular y peatonal, optimización de obtención de muestras, transporte y representatividad de las muestras en términos de turbulencia, velocidad y aspectos físicos del cuerpo también se tomaron en cuenta.

3.1.2. Características Geomorfológicas de una cuenca hidrográfica

3.1.2.1. Área, Perímetro y Longitud

Utilizando el software ArcGIS, se procede a cargar los archivos en formato shapefile (.shp), luego, se agrega una columna nueva en la lista de índoles para deducir el área, perímetro y longitud mediante el instrumento "Calculate Geometry" (Bravo Peralta, 2019),

3.1.3. Parámetros de forma

Para el cómputo del coeficiente de Gravelius y el índice de Horton, se utiliza la elección "Field Calculate" y se ingresan los formularios correspondientes (Bravo Peralta, 2019).

3.1.3.1. Factor de forma o Índice de Horton

Según lo señalado por Córdova (2016) el término que precisa este parámetro es la siguiente:

Ecuación 1 Factor de forma

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

K_f = Factor de Forma

A = Área de la cuenca

L^2 = Longitud del cauce principal del agua

Según lo señalado por Córdova (2016) cuando la forma de la cuenca es cercana a ser redondo, el valor de K_f tiende a 1, por otro lado, las cuencas más anchas mostrarán un valor de K_f más bajo. Para analizar el valor obtenido, se puede consultar la tabla 2 y realizar su interpretación.

Tabla 3 Clases de valores de Forma

Rangos de K_f	Clases de forma
1 - 18	Muy poco achatada
18 - 36	Ligeramente achatada
36 - 54	Moderadamente achatada

Fuente: (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

3.1.3.2. Coeficiente de Compacidad de Gravelius

Según Cachago Paillacho & Córdor Caiza, (2023), la fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$K_c = 0.28 \frac{P}{A}$$

Donde:

K_c = Coeficiente de compacidad de Gravelius

A = Área de la cuenca

P = Perímetro de la cuenca

De acuerdo a Córdova (2016) cuando el coeficiente K_c se acerca a 1, la cuenca tiene una forma casi redonda, mientras que, en cuencas muy anchas, el valor de K_c supera el 2.

Para analizar el valor obtenido, se puede consultar la tabla 3 y realizar su interpretación.

Tabla 4 Valores de compacidad para el índice de Gravelius

Rangos de K_c	Clases de compacidad
1	Redonda
1.25	Ovalada Redonda
1.25 – 1.50	De ovalada redonda a ovalada alargada
1.50 – 1.75	De ovalada oblonga a muy alargada

Fuente: (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

3.1.4. Parámetros de relieve

Usando la información de los mapas de referencia y los datos de perímetro, se genera un mapa topográfico digital. Posterior, se emplean las herramientas "Spatial Analyst" y "Surface Analyst" para lograr un mapa detallado de la pendiente y la inclinación del terreno. (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

3.1.4.1. Pendiente media del cauce principal

Utilizando el archivo Shapefile del cauce principal obtenido previamente, se calcula estadísticas zonales con ArcGIS para generar un tablón con los valores de elevación media, Min. y Max. Esta información nos consiente reconocer la conducta hidrológica, que se

instaura a partir de la correspondencia entre el desnivel existente entre los límite inicial y final del curso de agua (Bravo Peralta, 2019). A continuación, se presenta la relación basada en el criterio adoptado:

Ecuación 3 Pendiente media del cauce principal

$$I_c = \frac{HM - Hm}{L} * 100\%$$

Donde:

I_c = Pendiente media del cauce en %

HM y Hm = Altitud máxima y mínima del cauce en msnm

L = Longitud del cauce

A continuación, se muestran los rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal:

Tabla 5 Rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal

Pendiente media del cauce principal (%)	Clases
1 a 5	Suave
6 a 11	Moderado
12 a 17	Fuerte

Fuente: (Córdova, 2016).

3.1.4.2. Pendiente media de la cuenca

Se procede a determinar la pendiente promedio utilizando el Modelo Digital de Elevación (MDE), para obtener una enumeración con los valores de pendiente, se emplean las herramientas de Spatial Analyst, específicamente Surface Analyst y Estadística Zonal (estos valores incluyen el máximo, promedio y mínimo de la pendiente) (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

En la siguiente lista se evidencia la configuración característica de una cuenca, clasificada en rangos cercanos de su pendiente media:

Tabla 6 Rangos aproximados de la pendiente media de la cuenca

Pendiente media (%)	Terreno
0 a 2	Llano
2 a 5	Suave
5 a 10	Accidentado medio
10 a 15	Accidentado
15 a 25	Fuertemente accidentado
25 a 50	Escarpado
> 50	Muy escarpado

Fuente: (Córdova, 2016).

3.1.4.3. *Altitud media de la cuenca*

La altura media de la cuenca se obtiene al sumar los volúmenes comprendidos entre la curva hipsométrica y sus ejes, y luego dividirlos para la dimensión total de la cuenca (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023). Para calcularlo se utiliza la consecutiva ecuación:

Ecuación 4 Altitud media de la cuenca

$$H = \frac{V}{A}$$

Donde:

H = Altura media de la cuenca

V = volumen comprendido entre la curva y los ejes

A = Área de la cuenca

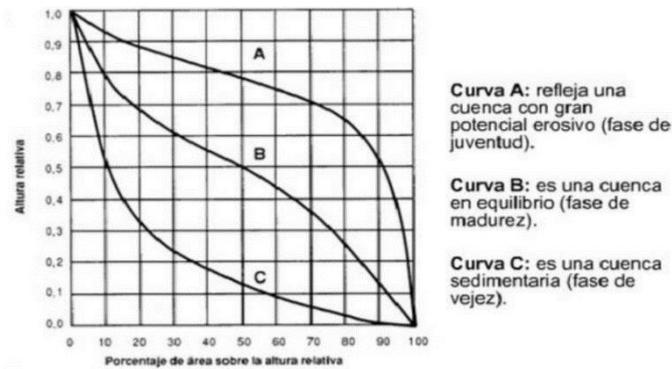
3.1.4.4. *Curvas hipsométricas*

La curva hipsométrica es un utensilio que se aprovecha para representar las características del relieve. Se obtiene de los datos de altitud registrados en el modelo digital de elevación (MDE), una vez obtenida, se remite el archivo en formato xls que contiene la

información de alturas. Luego, utilizando el software Excel, se crea la curva hipsométrica (Bravo Peralta, 2019).

Aquí, se exhibe la figura que muestra los distintos patrones que puede adoptar la cuenca en forma de curvas:

Figura 1 Curva Hipsométrica



Fuente: (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

La figura 1 nos brinda información sobre la relación entre la superficie y el porcentaje de altura, lo cual nos ayuda a determinar la geometría de la cuenca. La curva con una concavidad ascendente (A) enseña la existencia de valles espaciosos y picos abruptos, lo que sugiere un alto potencial de erosión en la cuenca, por otro lado, la curva media (B) representa una cuenca en equilibrio, mientras que la curva inferior (C) es típica de una cuenca sedimentaria (Cachago Paillacho & Córdor Caiza, 2023).

3.2. Equipos y materiales

La siguiente tabla da información sobre los equipos utilizados durante el desarrollo del estudio, los cuales fueron amablemente dados por el laboratorio de aguas residuales de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito – Campus Sur:

Tabla 7 Equipos de laboratorio

Equipo	Marca de la Unidad
pH metro	HI98121 HANNA
Turbidímetro	SPER SCIENTIFIC

Oxímetro	LAQUA act
Incubadora	FTC 90E
Espectrofotómetro	ORBECO HELLIGE
Digestor	DigiPREP CUBE
Fotómetro	HI 83099
Balanza analítica	PGL 4001
Tamizador	ADVANTECH DURATAP
GPS	ETREX 30

Realizado por: Arias Allyson.

Seguidamente, se exhiben todos los materiales utilizados en la investigación, los cuales abarcan tanto la toma de muestras como su transporte adecuado:

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
| - | Recipientes/Botellas plásticas de 1L | - | Materiales de protección personal (mandil, guantes, botas) |
| - | Coolers de Espuma Flex de 15L | - | Pala Cuadrada Básica |
| - | Etiquetas | - | Hojas de campo/Libreta |
| | | - | Fundas plásticas |

3.3. Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua

3.3.1. Muestras

Se determino tres puntos de muestreo con respecto a la microcuenca (zona alta-zona media-zona baja), las muestras se tomaron in situ durante 5 días seguidos en los puntos previamente mencionados, para posteriormente ser llevadas al laboratorio, según AGROCALIDAD (2018) el procedimiento para la tomade muestras es:

1. Utilizando el GPS, identifique con precisión el lugar de vertido.
2. En la toma de muestras en lagos o embalses, procure coleccionar desde la superficie hacia las capas más profundas para minimizar la mezcla de aguas.
3. Al recolectar muestras de fondo, evite perturbar los sedimentos, ya que esto afectaría significativamente los análisis posteriores.

4. En la toma de muestras de aguas profundas, cierre herméticamente el recipiente para evitar cambios en la concentración de sustancias oxidables desde la recolección hasta el análisis en el laboratorio.
5. Realice mediciones de campo (temperatura, pH y conductividad eléctrica), asegurándose de enjuagar los electrodos con abundante agua destilada, ya que los efluentes extremos pueden deteriorarlos rápidamente.
6. Etiquete las botellas antes del llenado, detallando los analitos a determinar y los métodos de preservación respectivos.
7. Almacene las muestras según el parámetro a analizar.

3.3.2. Determinación del Potencial de Hidrogeno (pH) y temperatura

Para realizar la determinación del pH y la temperatura, se siguieron los siguientes procedimientos:

- Se tomaron 50 ml de muestra y se colocaron en un vaso de precipitación de 400 ml.
- Posteriormente, se introdujo el pH metro en la muestra y se esperó aproximadamente un minuto.

El equipo usado proporcionó la lectura del pH del agua, así como su temperatura en grados Celsius (°C).

3.3.3. Determinación de la Turbidez

Para llevar a cabo la determinación de la turbidez, se siguieron los siguientes pasos:

- Se encendió el turbidímetro y se calibró utilizando 10 ml de agua destilada en una celda de vidrio.
- Una vez calibrado, se añadieron 10 ml de muestra en otra celda de vidrio y se procedió a medir la turbidez en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

3.3.4. Determinación del Oxígeno Disuelto (OD)

Para realizar la determinación del oxígeno disuelto (OD), se siguieron los siguientes pasos:

- Se tomó una muestra de 50 ml y se colocó en un vaso de precipitación de 400 ml.
- Luego, se insertó la sonda del oxímetro en la muestra y se seleccionó la opción "MEAS".

El equipo proporcionó la lectura de la cantidad de oxígeno disuelto en miligramos de oxígeno por litro (mgO₂/l).

3.3.5. Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Para realizar la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), se siguieron los siguientes pasos:

- Se encendió el biodigestor y se programó a 120 minutos a una temperatura de 150°C, permitiendo que se calentara.
- Se colocaron 50 ml de muestra en un vaso de precipitación de 400 ml.
- Además, se agregaron 10 ml de agua destilada en otro vaso de precipitación de 100 ml.
- Para la preparación del Blanco, se utilizó una jeringuilla de 1 ml para tomar 0,2 ml de agua destilada, que se transfirió al vial de DQO HR de Hanna. El vial se agitó de 3 a 5 veces hasta lograr una completa homogeneización.
- Para la preparación de la muestra, se utilizó una jeringuilla de 1 ml para tomar 0,2 ml de muestra, que se transfirió al vial de DQO HR de Hanna. El vial se agitó de 3 a 5 veces hasta lograr una completa homogeneización.
- Una vez que el biodigestor alcanzó la temperatura deseada de 150°C, se insertaron los viales de DQO en las terminales disponibles del equipo y se esperó el tiempo de digestión.

- Una vez finalizado el proceso de digestión, se retiraron los viales y se colocaron en una gradilla de enfriamiento durante 30 minutos o hasta que alcanzaran la temperatura ambiente.
- Para medir la cantidad de DQO en miligramos por litro (mg/l) presente en la muestra, se utilizó el espectrofotómetro Hanna, seleccionando el método de DQO HR. Para calibrar el equipo, se insertó el vial denominado "Blanco" en la terminal y se seleccionó la opción "READ". Una vez calibrado el equipo, se insertó el vial con la muestra a analizar y se seleccionó la opción "TEST", obteniendo el valor en mg/l de oxígeno (O₂).
- Este procedimiento se repitió para cada una de las muestras a analizar.

Como observación especial se destaca que se utilizó un único "Blanco" para todas las muestras a analizar, y se recomienda que, en caso de tener un número considerable de muestras (N), se realicen en un solo grupo para mayor facilidad y ahorro de tiempo.

3.3.6. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Para llevar a cabo la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), se siguieron los siguientes procedimientos:

- Primero, se procedió a preparar el agua de dilución utilizando 1 ml de cada una de las siguientes soluciones por cada litro de agua: tampón fosfato o regulador de fosfatos (pH 7,2), sulfato de magnesio, cloruro de calcio y cloruro de hierro III. Es importante destacar que el agua de dilución fue aireada durante media hora utilizando bombas o una hora mediante un agitador magnético.
- Para la técnica de dilución, se utilizó un factor de dilución o la cantidad de volumen de alícuota necesaria. En este caso, se calculó el factor de dilución siguiendo el procedimiento adecuado.

Ecuación 5 Factor de Dilución

$$fd = \frac{Vol\ AR\ (ml)}{Vol\ Winkler\ (ml)}$$

Donde:

fd = Factor de Dilución

$Vol\ AR$ = Volumen de agua residual a utilizarse en dilución (3mL)

$Vol\ Winkler$ = Volumen del frasco Winkler (300mL)

$$fd = \frac{3\ (ml)}{300\ (ml)}$$

$$fd = \frac{1}{100}$$

- Luego, se llenaron los frascos Winkler hasta la mitad con agua de dilución y se determinó la concentración de oxígeno disuelto utilizando un Oxímetro.
- Posteriormente, se completaron los frascos con agua de dilución hasta el tope y se taparon correctamente.
- Las botellas de DBO_5 que contenían las muestras, junto con el factor de dilución previamente calculado, se incubaron a una temperatura constante de $20^\circ C \pm 1^\circ C$.
- Finalmente, la determinación de la DBO_5 se realizó mediante la aplicación de la fórmula correspondiente.

Ecuación 6 Determinación de DBO_5

$$DBO_5\ (mg/l) = \frac{P_i - P_f}{fd}$$

Donde:

P_i = OD de la muestra diluida inmediatamente después de su preparación (mg/l).

P_f = OD de la muestra diluida después de 5 días de incubación a $20^\circ C$.

fd = factor de dilución utilizado en la muestra.

3.3.7. Determinación de Sólidos Disueltos Totales

Para llevar a cabo la determinación de los sólidos disueltos totales, se siguieron las siguientes instrucciones:

Preparación previa de las capsulas de porcelana:

- Se secaron dos cápsulas de porcelana utilizando unas pinzas de calor en la mufla a una temperatura de 550 °C durante una hora.
- Las cápsulas se sacaron de la mufla con las pinzas y guantes de calor, y se dejaron en un soporte de altas temperaturas durante 10 minutos.
- Posteriormente, se colocaron en un desecador durante al menos 5 minutos.

Sólidos Disueltos Totales (SDT):

- Se homogeneizó la muestra sin realizar ninguna preparación previa.
- Se midieron 50 ml de agua en una probeta.
- Se pesó la cápsula previamente secada en la balanza analítica y se anotó el resultado (A2).
- Se montó el equipo de filtrado al vacío con papel filtro.
- Los 50 ml de muestra se pasaron a través del equipo de filtrado al vacío.
- La muestra filtrada se colocó en la cápsula de porcelana.
- Se introdujo la cápsula en el horno a 105 °C durante una hora, o hasta que se evaporara por completo.
- La cápsula se llevó al desecador durante al menos 5 minutos, hasta que alcanzó la temperatura ambiente.
- Se pesó nuevamente la cápsula en la balanza analítica y se anotó el resultado (B2).

- Se colocó la cápsula en el desecador, ya que se necesitaría para determinar los sólidos disueltos totales (SDT).
- Se anotaron los pesos de A2 y B2.
- Se manejó la consecutiva fórmula para deducir los sólidos disueltos totales (SDT):

Ecuación 7 Sólidos Disueltos Totales (SDT)

$$ST \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{\text{Peso de (B2)} - \text{Peso de (A2)}}{\text{volumen de la muestra (ml)}}$$

3.3.8. Determinación de Nitratos

En el proceso de determinación de nitrato, se siguieron los siguientes pasos:

- Primero, se colocaron 10 ml de muestra en un vaso de precipitación de 100 ml.
- A continuación, se retiró la tapa del vial de nitrato y se agregó 1 ml de muestra, manteniéndolo en un ángulo de 45° y agitándolo 10 veces hasta lograr una homogeneización completa. Este paso se conoce como "Blanco".
- Luego, se seleccionó el parámetro de nitrato en el espectrofotómetro Hanna. Se insertó el vial con la muestra y se seleccionó la opción "ZERO" para calibrar el equipo.
- Una vez calibrado el equipo, se retiró el vial y su tapa, se agregó 1 paquete de reactivo de nitrato y se agitó 10 veces para asegurar una homogeneización total.
- Se procedió a presionar el temporizador (Timer) y la pantalla mostró una cuenta regresiva antes de realizar la medición. Alternativamente, se esperó 5 minutos y se presionó el botón "leer" (Read). El instrumento mostró los resultados en mg/l de nitrógeno amoniacal (NO₃-N).

3.3.9. Determinación de Fosfatos

Para llevar a cabo la determinación de fosfatos, se siguieron los siguientes procedimientos:

- En primer lugar, se colocaron 10 ml de muestra en una celda de vidrio, que se utilizó como el "Blanco".
- A continuación, se seleccionó el parámetro de fosfato en el espectrofotómetro Hanna. Se insertó el vial con la muestra y se seleccionó la opción "ZERO" para calibrar el equipo.
- Una vez calibrado el equipo, se retiró la celda de vidrio y su tapa, y se agregó un paquete de reactivo de fosfato en un ángulo de 45°, luego, se agitó la mezcla 10 veces hasta obtener una homogeneización completa.
- Posteriormente, se procedió a presionar el temporizador (Timer) y la pantalla del espectrofotómetro mostró una cuenta regresiva antes de realizar la medición. Alternativamente, se esperó 3 minutos y se presionó el botón "leer" (Read). El instrumento mostró los resultados en mg/L de fosfato (PO₃).

3.3.10. Determinación de Coliformes Fecales

En el proceso de determinación de coliformes fecales, se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- En primer lugar, se colocaron 10 ml de muestra en un vaso de precipitación de 100 ml, asegurándonos de obtener una cantidad representativa para el análisis.
- A continuación, utilizando una micropipeta, se tomó una alícuota de 1000 microlitros de muestra y se transfirió cuidadosamente a las placas Ptrifilm - 3M que contenían el caldo de cultivo previamente preparado.
- Las placas se colocaron en una estufa a una temperatura de 105 °C y se dejaron incubar durante un período de 24 horas. Este paso es crucial para consentir el aumento y desarrollo de las colonias de coliformes fecales presentes en la muestra.
- Una vez transcurridas las 24 horas, se retiró la placa Ptrifilm - 3M de la estufa y se procedió al conteo de las colonias formadas.
 - o Existen dos métodos para realizar este conteo:

- El primero consiste en contar minuciosamente una por una todas las colonias presentes en toda la superficie de la placa.
- El segundo método implica contar las colonias presentes en un cuadro de cultivo específico de la placa y luego multiplicar ese número por 24, como se indica en el manual de análisis de las placas Ptrifilm - 3M.

3.3.11. Índice de Calidad del Agua

En el estudio realizado para determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA) en la Quebrada de San Francisco, se empleó una metodología basada en las recomendaciones proporcionadas por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales SNET (2022). Esta metodología incluye la evaluación de diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales son fundamentales para comprender y analizar la calidad del agua en dicho cuerpo hídrico, estos son 9:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - Coliformes Fecales | - Fosfatos (PO ₄) |
| - pH | - Cambio de la Temperatura |
| - Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO ₅) | - Turbidez |
| - Nitratos (NO ₃) | - Sólidos disueltos totales |
| | - Oxígeno disuelto |

De acuerdo con la información emitida por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET, 2022), se ha establecido que el cálculo del Índice de Brown puede realizarse mediante una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA_a). Este enfoque de agregación se expresa de manera matemática de la siguiente manera:

Ecuación 8 Índice de Calidad del Agua

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i \times W_i)$$

Donde:

ICA_a = Índice de calidad del agua

Sub_i = Sub Índice del parámetro i

W_i = Pesos relativos asignados a parámetro Sub_i

Este método de agregación ponderada permite obtener una medida integral de calidad, considerando de forma equilibrada los diferentes subíndices evaluados.

La asignación de los pesos relativos W_i en el cálculo es un aspecto fundamental que se presenta en forma tabular, como se puntualiza en la siguiente tabla:

Tabla 8 Pesos relativos

Sub_i	W_i
Coliformes Fecales	0.15
pH	0.12
DBO5	0.10
Nitratos	0.10
Fosfatos	0.10
Temperatura	0.10
Turbidez	0.08
Sólidos Disueltos Totales	0.08
Oxígeno Disuelto	0.17

Nota: Estos pesos, que se encuentran en el rango de 0 a 1, son asignados de manera que la suma de todos ellos sea igual a uno. Fuente: (SNET, 2022).

Una vez realizado el cálculo del índice de calidad del agua de tipo "General", se procede a la clasificación de la calidad del agua utilizando como referencia la siguiente tabla:

Tabla 9 Criterios de la calidad del agua

Calidad del Agua	Color	Valor
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: (SNET, 2022).

3.4. Determinación de la flora y fauna

3.4.1. Información Primaria

Los nombres comunes de las aves, mamíferos y especies de flora más representativas de la quebrada fueron obtenidos a través de una entrevista de 2 preguntas las cuales son las siguientes:

- ¿Cuáles son los animales más comunes de la zona?
- ¿Cuáles son las plantas más comunes de la zona?

Fueron realizadas en conjunto con la encuesta principal del documento de investigación, estas fueron realizadas a personas residentes del barrio Panzaleo, ubicado en las proximidades de la zona de estudio.

Estas entrevistas permitieron recopilar información valiosa acerca de la biodiversidad presente en la zona. Además, se llevaron a cabo numerosas visitas de campo con el propósito de recorrer el tramo de la Quebrada San Francisco y así identificar aquellas especies que no fueron mencionadas durante las entrevistas.

3.4.2. Información Secundaria

La revisión bibliográfica realizada se fundamentó en la recopilación de información proveniente de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia del cantón Mejía durante el periodo comprendido entre 2019 y 2023 y en el Estudio y Propuesta de Gestión de Riesgos Naturales en el Cantón Mejía del 2010.

Con el fin de identificar las especies de flora, se obtuvieron los nombres científicos a partir del sitio web "iNaturalistEc", por otro lado, para las especies de fauna, se recurrió al sitio web "Bioweb" proporcionado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador para obtener sus nombres científicos. Estas fuentes confiables y especializadas han sido de gran

utilidad para obtener datos precisos y actualizados sobre la diversidad biológica presente en la zona de estudio.

3.5. Determinación de la textura del suelo

Según Méndez & Sigcha, (2023) en el proceso de determinación de la textura del suelo, se deberán tomar una muestra de suelo de los diferentes puntos: alto, medio y bajo y se deberá seguir los siguientes pasos para obtener resultados precisos y confiables:

- Secar las muestras en una estufa a 105°C durante 24 horas para eliminar cualquier contenido de humedad.
- Luego, se pesaron los tamices, asegurándose de que estuvieran previamente secos y limpios.
- Después, se procedió a colocar los tamices en el tamizador, comenzando con el tamiz inferior y luego los demás en orden descendente de número de malla, hasta completar un total de ocho tamices. Se tomó aproximadamente 200 g de cada muestra seca y se colocó sobre el tamiz superior, asegurándolo con la barra ubicada en la parte superior del equipo.
- A continuación, se verificó que todos los tamices estuvieran alineados correctamente y se activó el sistema de vibración durante un minuto.
- Posteriormente, se retiraron los tamices uno por uno, evitando inclinarlos para evitar pérdida de muestra.
- Se registró el peso final de cada fracción de muestra junto con el recipiente, anotando el peso correspondiente a cada tamiz. A partir de dichos datos, se calculó el porcentaje de masa/masa para cada porción retenida en los tamices, lo que permitió determinar el tamaño de partícula para cada una de ellas.
- Finalmente, se realizó la determinación de la textura y el tipo de suelo basándose en los resultados obtenidos en el análisis de los tamices.

3.6. Elaboración de la Matriz de Leopold

La matriz de Leopold fue desarrollada utilizando una lista de verificación diseñada específicamente para este propósito. La elaboración de esta lista se estableció en la compilación de información proveniente de diversas fuentes, incluyendo el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Mejía, datos generales de la parroquia de Machachi, y observaciones obtenidas durante diversa recopilación de datos in situ. Además, se tomó en cuenta las preguntas realizadas a los residentes locales con el objetivo de lograr una perspectiva completa de la situación actual de la Quebrada San Francisco. Teniendo en cuenta esta información recopilada, se han identificado y considerado una serie de acciones para llevar a cabo la evaluación de impactos correspondiente:

- Preparación de los terrenos
- Sistema de riego
- Fertilización
- Agricultura
- Ganadería
- Generación de residuos domésticos
- Tala de vegetación

Según Méndez & Sigcha, (2023) para calificar los diversos parámetros se tomó en cuenta lo siguiente, para la magnitud se calificó según la intensidad y alteración (baja, media, alta), reflejando el impacto antropogénico, la importancia se basó en la duración (temporal: hasta 3 años, media: 3-5 años, permanente: más de 10 años), y la influencia abarcó desde puntual hasta alcance nacional.

Tras evaluar la magnitud y la importancia, se multiplicaron ambos valores y se sumaron las actividades identificadas como perjudiciales para el medio ambiente.

3.7. Encuestas

El 31 de mayo de 2023, se hicieron las encuestas representativas en el barrio de Panzaleo, parroquia de Machachi, con el objetivo de recopilar datos sobre las circunstancias económicas, sociales y ambientales de la zona.

Se utilizó un cuestionario con 15 preguntas, que contenían preguntas de ámbito abierto como cerrado. Se utilizó un muestreo casual para seleccionar a los encuestados en el encuestador elige al azar solo posibles participantes que vivían en la zona. Finalmente, el programa Microsoft Excel se utilizó para tabular los datos recopilados y agrupar las respuestas similares en grupos. La siguiente es la fórmula utilizada para calcular el tamaño de la muestra:

Ecuación 9 Tamaño de la muestra para las encuestas

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N pq}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 pq}$$

Donde:

n = Numero de la muestra

Z_{α} = es una constante estadística en función del nivel de confianza

p y q = constantes, con un valor de 0.5 cada una

e^2 = el error a considerar, mismo que no debe ser superior al 10%

A continuación, se presenta la tabla utilizada para calcular los coeficientes de muestreo de poblaciones y determinar su relación:

Tabla 10 Relación de los coeficientes de muestreo de poblaciones

Z_{α}	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58
Nivel de confianza	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%

Fuente: (Méndez & Sigcha, 2023).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se dividió la zona de la Quebrada San Francisco, colocada en la parroquia de Machachi en el Cantón Mejía, en tres secciones: la zona alta, la zona media y la zona baja, basándose en la configuración geográfica del lugar. Se recopiló los datos en campo y se realizaron los diversos análisis cuyos resultados se presentan a continuación:

4.1. Delimitación de la cuenca hidrográfica

4.1.1. Ubicación

La Quebrada San Francisco se sitúa en la parroquia de Machachi, en el cantón Mejía, en una posición al noreste de la Quebrada "Santa Ana", y limita con la colindante hacienda "El Pulpito". Esta zona también está adyacente a la distinguida hacienda "San Francisco" y al barrio de Panzaleo, ubicado al oeste de la histórica hacienda "Chisinche de Moncayo Casa Grande".

4.1.2. Ubicación de los puntos de muestro

Se determinó tres puntos de muestro en relación con la microcuenca (sección superior, intermedia e inferior), tomando en cuenta lo mencionado antes en metodología:

1. Ninguna de las 3 zonas son represas o sitios con descargas locales mínimas, por la cantidad de actividades ganaderas (pastoreo) que ocurrían en las 3 zonas, principalmente en la zona alta/superior, que se observaron en las diversas visitas de campo se determinó de manera anticipada que serían áreas que iban a mostrar alteraciones notables en la calidad o en áreas de relevancia.
2. La quebrada de San Francisco no se encuentra cercana a algún puesto de monitoreo de ríos específico.
3. Cuando se busca monitorear los impactos de una descarga, es esencial realizar muestros tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio, por esa razón se tomaron los puntos superiores/alto e inferior/bajo.

- Cada punto fue analizado con diversas visitas de campo para garantizar accesibilidad vehicular y peatonal, optimización de obtención de muestras, transporte, cumpliendo cada uno lo antes estipulado.

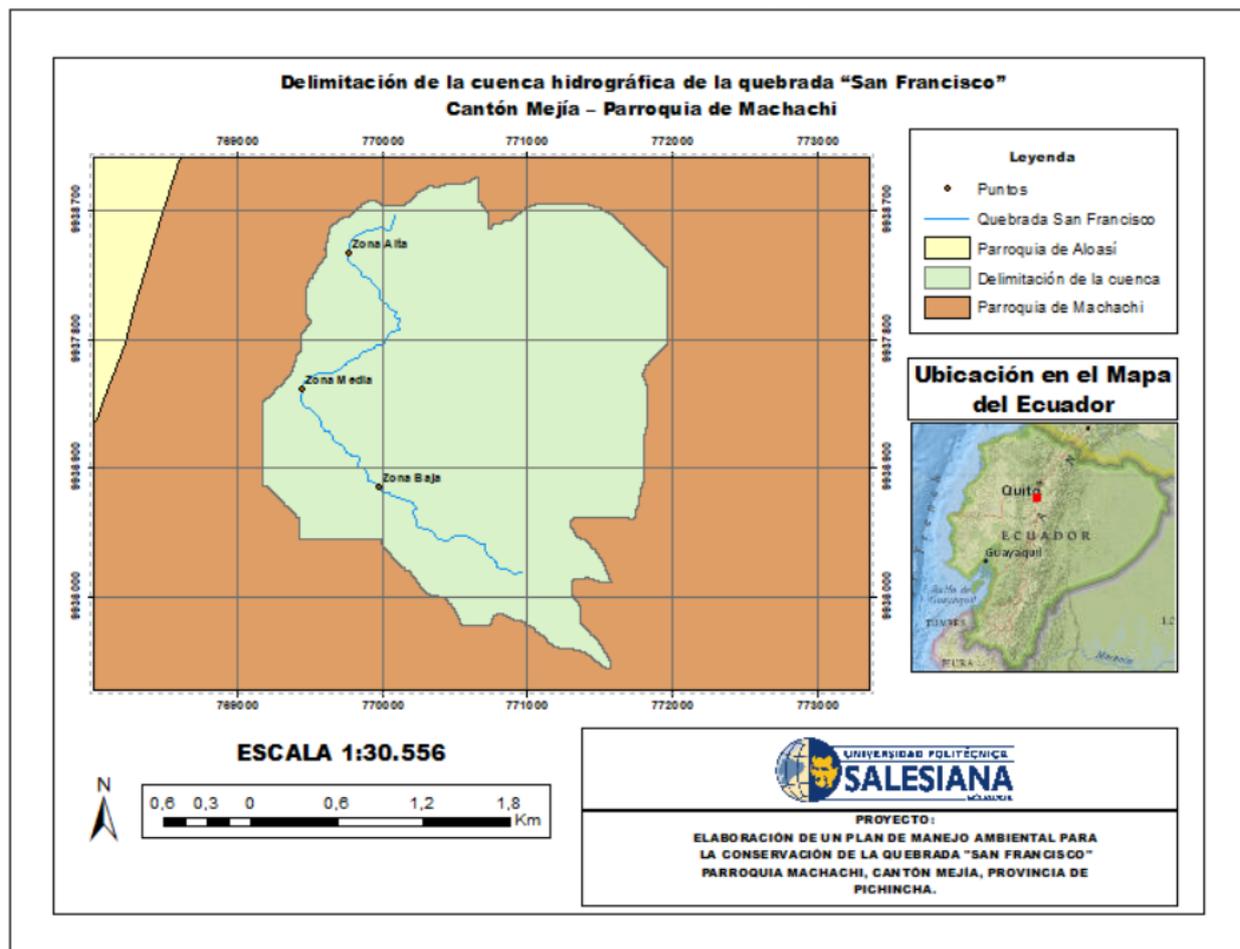
A continuación, se exponen las coordenadas de los puntos seleccionados para llevar a cabo el proceso de muestreo:

Tabla 11 Puntos de muestreo

COORDENADAS PUNTOS DE MUESTREO			
Puntos de muestro	Longitud	Latitud	Altitud
Zona Alta	769773	9938390	44,63348
Zona Media	769453	9937452	50,86195
Zona Baja	769985	9936765	52,14245

Nota: Coordenadas WGS84 17S obtenidas con el GPS en la zona. Realizado por: Arias Allyson

Mapa 1 Delimitación de la cuenca hidrográfica.



Nota: Se creó un mapa con una escala de 1:300,000, en el cual se han claramente delimitado las áreas correspondientes a la zona alta, media y baja de la microcuenca. Realizado por: Arias Allyson

4.1.3. Características Geomorfológicas de una cuenca hidrográfica

Los resultados de los parámetros generales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12 Parámetros generales

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Área	6,374	Km ²
Perímetro	14,42	Km ²
Longitud de la cuenca	3.527	Km
Ancho	3.152	Km
Cota Máxima	7176	m.s.n.m
Cota Mínima	3000	m.s.n.m

Realizado por: Arias Allyson

En el siguiente apartado, se exponen los resultados que se obtuvieron del análisis. La cuenca, localizada en la parroquia de Machachi, abarca una variación altitudinal notable, desde una altura máxima de 7176 m.s.n.m hasta una mínima de 3000 m.s.n.m. Con un área de 6.374 Km² y un perímetro de 14.42 Km², estos valores calculados han servido de base para el análisis de los restantes parámetros morfométricos de la cuenca.

4.1.3.1. Parámetros de forma

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de los parámetros de forma:

Tabla 13 Parámetros de forma

Parámetro	Valor
Índice de Horton	1.81
Coefficiente de Compacidad de Gravelius	0.63

Realizado por: Arias Allyson

Durante el análisis de la cuenca, se calcularon los valores necesarios para definir sus parámetros de forma, los cuales se hallan detallados en las tablas previas. En cuanto al factor de forma, con un valor de 1.81, se deduce que la microcuenca tiende a tener una longitud

mayor y una compacidad baja, lo que sugiere una forma menos achatada. Por otro lado, el coeficiente de compacidad, al situarse en 0.63, indica que presenta una forma más alargada en términos de la relación entre su longitud y ancho.

4.1.3.2. *Parámetros de relieve*

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de los parámetros de relieve:

Tabla 14 Parámetros de relieve

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Pendiente media del cauce principal	12.96	%
Pendiente media de la cuenca	11.58	%
Altitud media de la cuenca	37.38	m.s.n.m

Realizado por: Arias Allyson

La cuenca exhibe una pendiente promedio en su cauce principal del 12.96%, lo cual indica una inclinación moderada en esta área, además, la pendiente media de toda la cuenca se sitúa en 11.58%, señalando que el territorio presenta un relieve accidentado. Por último, la altitud media se establece en 37.38 metros sobre el nivel del mar.

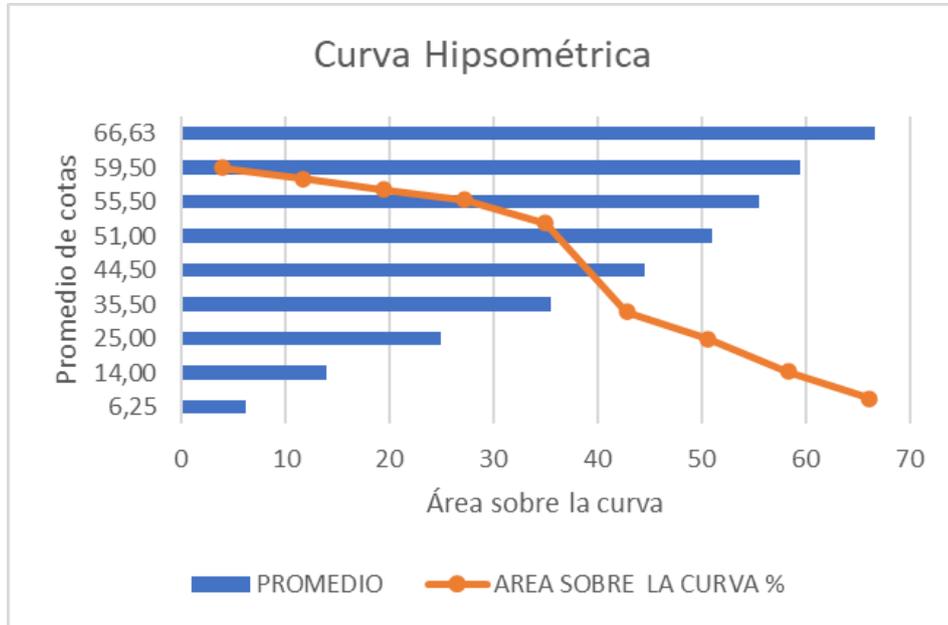
Tabla 15 Datos para la realización de la curva hipsométrica

MIN	MAX	PROM.	ÁREA km2	AREAS ACUM.	AREA SOBRE SUPERFICIE	% AREA ENTRE CURVA	% AREA SOBRE CURVA
3,00	9,50	6,25	0,636692	0,637	5,809	9,877	90,123
8,50	19,50	14,00	0,277759	0,914	5,532	4,309	85,814
19,50	30,50	25,00	0,266678	1,181	5,265	4,137	81,677
30,50	40,50	35,50	0,264083	1,445	5,001	4,097	77,580
40,50	48,50	44,50	0,57633	2,022	4,425	8,941	68,639
48,50	53,50	51,00	2,232431	4,254	2,192	34,632	34,007
53,50	57,50	55,50	0,674766	4,929	1,517	10,468	23,539

57,50	61,50	59,50	0,826416	5,755	0,691	12,820	10,719
61,50	71,77	66,63	0,690967	6,446	0,000	10,719	0,000

Realizado por: Arias Allyson

Gráfico 1 Curva Hipsométrica

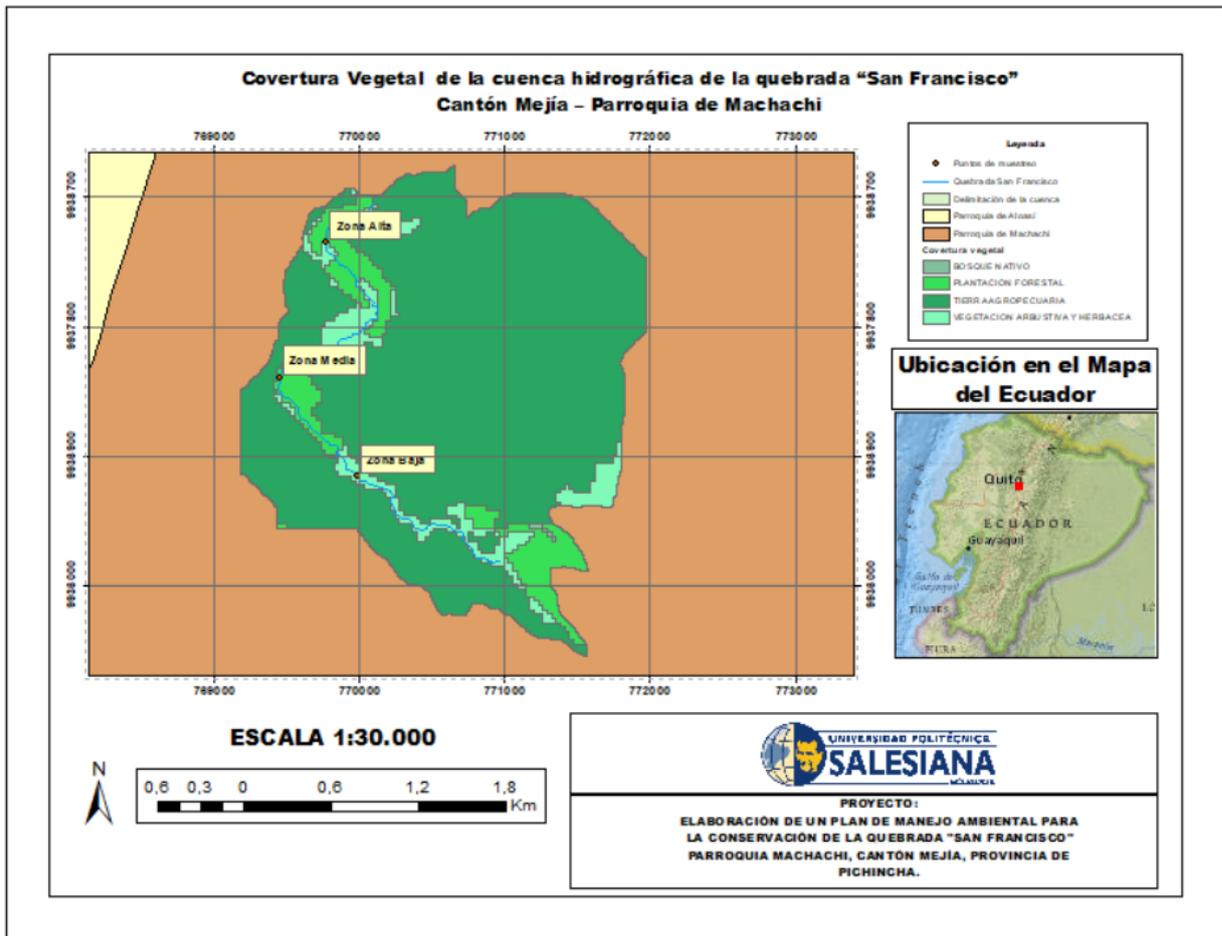


Realizado por: Arias Allyson

4.1.4. Distribución de la cobertura vegetal y textura del suelo

A continuación, el siguiente mapa muestra la cobertura vegetal de la quebrada de San Francisco:

Mapa 2 Distribución de la cobertura vegetal

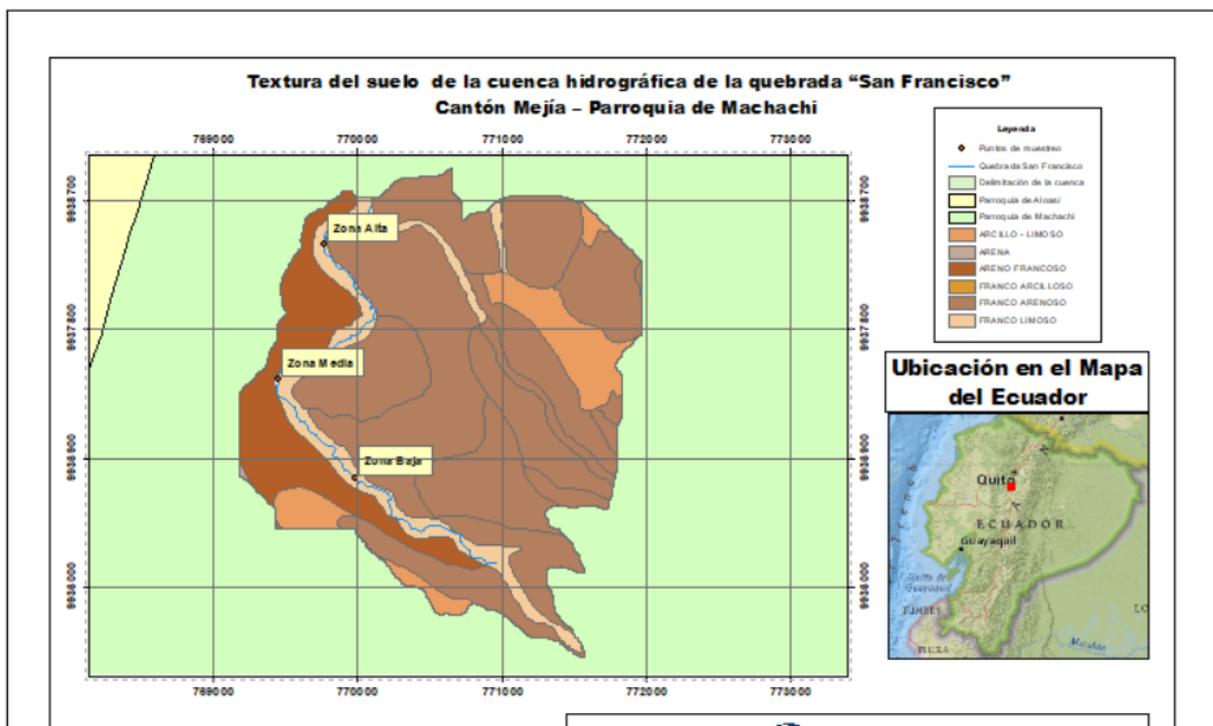


Nota: Se creó un mapa con una escala de 1:300,000, en el cual se han claramente delimitado la cobertura vegetal de la microcuenca. Realizado por: Arias Allyson

Tal como se ilustra en el mapa anterior, la mayor extensión de áreas corresponde a las categorizadas como "tierras agropecuarias", lo que exterioriza que la mayoría de los terrenos conurbanos a la quebrada se utilizan para fines agrícolas y ganaderos.

A continuación, el siguiente mapa muestra las diferentes texturas de suelo de la quebrada de San Francisco:

Mapa 3 Textura del suelo



Nota: Se creó un mapa con una escala de 1:300,000, en el cual se han claramente delimitado las diferentes texturas de suelo de la microcuenca. Realizado por: Arias Allyson

Como se observa en el mapa previo, la predominante característica de la textura del suelo es la "Arena", lo que señala que la textura más recurrente en la zona es arenosa. La presencia de arena en el suelo proporciona ventajas, mejorando el drenaje y aumentando la porosidad del mismo (Méndez & Sigcha, 2023).

4.2. Análisis de la textura del suelo

A continuación, se adjuntan las listas con los resultados del análisis de la textura del suelo en los tres puntos de muestreo (Bajo, Medio y Alto). Estas tablas proporcionan información detallada sobre las características texturales del suelo en cada punto, lo que nos permitirá comprender mejor la constitución y las propiedades físicas del suelo en la Quebrada San Francisco:

Tabla 16 Análisis de Textura del suelo - Zona Baja

N° de Tamiz	Peso previo de tamices [g]	Peso muestra más el recipiente [g]	Peso retenido en el tamiz [g]	% Retenido	Dimensión [μm]	Diámetro partícula [Dp]	% Retenido acumulado	% Que pasa	Textura
10	467,8	557,1	89,30	34,49%	2000	1792,18	34,49%	65,51%	Arena muy Gruesa
18	339,5	437,6	98,10	37,89%	1000	984,73	72,38%	27,62%	Arena Gruesa
60	335,2	391,1	55,90	21,59%	250	140,05	93,97%	6,03%	Arena Fina
100	328,3	341,7	13,40	5,18%	150	20,11	99,15%	0,85%	Limo Grueso
200	319	321	2,00	0,77%	75	1,50	99,92%	0,08%	Arcilla
230	314,4	314,5	0,10	0,04%	63	0,06	99,96%	0,04%	Arcilla
400	311	311,1	0,10	0,04%	38	0,04	100,00%	0,00%	-

Fondo	521,7	521,7	0,00	0,00%	-	-	-	-	-
Total			258,90	100,00%					

Porcentaje de arena:	93,97%	Porcentaje de limo:	5,18%	Porcentaje de Arcilla:	0,85%
Textura del suelo				Arenoso	

Realizado por: Arias Allyson

En la tabla anterior, se puede notar que, en el punto bajo, el suelo está compuesto principalmente por arena. En los tamices número 10 y 18 se presentó el mayor porcentaje retenido, con un peso de 187.4 gr., semejante al 72.38% del peso total de la muestra. La textura más distintiva es, por lo tanto, la arena gruesa, constituyendo el 37.89% de la muestra, es decir, 98.10 gramos.

La presencia de arena gruesa en el suelo es beneficioso, ya que mejora el drenaje y aumenta la porosidad. En cuanto a la vegetación, los cactus son la variedad más habitual en esta área. El suelo presenta una humedad que oscila entre el 10% y el 35%, y su pH tiende a ser neutro (Méndez & Sigcha, 2023).

Tabla 17 Análisis de Textura del suelo - Zona Media

Nº de Tamiz	Peso previo de tamices [g]	Peso muestra más el recipiente [g]	Peso retenido en el tamiz [g]	% Retenido	Dimensión [μm]	Diámetro partícula [Dp]	% Acumulado retenido	% Que pasa	Textura
10	467,8	563,5	95,70	37,87%	2000	1921,28	34,49%	65,51%	Arena muy Gruesa
18	339,5	438,4	98,90	39,14%	1000	992,89	73,63%	26,37%	Arena Gruesa
60	335,2	381,1	45,90	18,16%	250	114,96	91,79%	8,21%	Arena muy Fina
100	328,3	338,7	10,40	4,12%	150	15,61	95,91%	4,09%	Limo Medio
200	319	320,8	1,80	0,71%	75	1,35	96,62%	3,38%	Arcilla
230	314,4	314,4	0,00	0,00%	63	0,00	0,00%	0,00%	-
400	311	311	0,00	0,00%	38	0,00	0,00%	0,00%	-
Fondo	521,7	521,7	0,00	0,00%	-	-	-	-	-
Total			252,70	100,00%					

Porcentaje de arena:	95,17%	Porcentaje de limo:	4,12%	Porcentaje de Arcilla:	0,71%
Textura del suelo				Arenoso	

Realizado por: Arias Allyson

En la tabla anterior, se ve que el suelo conseguido del punto medio está compuesto principalmente por arena. La arena gruesa es el componente más predominante, con 98.90 gr. en el tamiz número 18, lo cual representa el 39.14% del peso total de la muestra, la arena muy gruesa es el componente secundario más abundante en el suelo de la zona media, con un peso de 95.70 gramos, equivalente al 37.87% del total de la muestra.

Un beneficio significativo de un suelo con un alto contenido de arena es su capacidad para favorecer la aireación, lo cual resulta ventajoso en actividades de jardinería y cultivo de plantas (Méndez & Sigcha, 2023).

Tabla 18 Análisis de Textura del suelo - Zona Alta

N° de Tamiz	Peso previo de tamices [g]	Peso muestra más el recipiente [g]	Peso retenido en el tamiz [g]	% Retenido	Dimensión [μm]	Diámetro partícula [Dp]	% Acumulado retenido	% Que pasa	Textura
10	467,8	563,5	95,70	36,99%	2000	1921,11	34,49%	65,51%	Arena muy Gruesa
18	339,5	438,4	98,90	38,23%	1000	992,80	72,72%	27,28%	Arena Gruesa
60	335,2	387,1	51,90	20,06%	250	130,01	92,78%	7,22%	Arena fina
100	328,3	338,7	10,40	4,02%	150	15,61	96,80%	3,20%	Limo Medio
200	319	320,8	1,80	0,70%	75	1,35	97,50%	2,50%	Arcilla
230	314,4	314,4	0,00	0,00%	63	0,00	0,00%	0,00%	-
400	311	311	0,00	0,00%	38	0,00	0,00%	0,00%	-
Fondo	521,7	521,7	0,00	0,00%	-	-	-	-	-
Total			258,70	100,00%					
Porcentaje de arena		95,28%	Porcentaje de limo		4,02%	Porcentaje de Arcilla		0,70%	
Textura del suelo							Arenoso		

Realizado por: Arias Allyson

En la tabla anterior, se puede apreciar que el suelo obtenido del punto alto está mayormente compuesto por arena. La arena gruesa se destaca como el componente predominante, con 98.90 gramos retenidos en el tamiz número 18, lo cual representa el 38.23% del peso total de la muestra, la arena muy gruesa se posiciona como el segundo

componente más abundante en el suelo de la zona, con un peso retenido de 95.70 gramos, equivalente al 36.99% del total de la muestra.

Los suelos arenosos poseen características beneficiosas, como una menor propensión a la compactación en comparación con otros tipos de suelos, como los arcillosos. Esto proporciona un entorno propicio para el desarrollo saludable de las raíces de las plantas, así como una gran capacidad de retención de agua y aire en el suelo. Estos aspectos son fundamentales para el progreso adecuado de las plantas y contribuyen a la salud general del ecosistema (Stivers, 2023).

4.3. Componente biótico

Como se aludió en el apartado "Materiales y Métodos", se formularon dos preguntas clave, que son las siguientes:

1. ¿Cuáles son los animales más comunes de la zona?

En cuanto a las respuestas proporcionadas por la mayoría de los encuestados, se destacaron especies como el conejo, ratones, golondrinas y gorriones. Sin embargo, es importante mencionar que un pequeño grupo de participantes mencionó a los lobos de páramo como una de las opciones posibles.

2. ¿Cuáles son las plantas más comunes de la zona?

La respuesta más frecuente proporcionada por los participantes fue la mención de helechos, tréboles y ortigas como las plantas más comunes según la percepción de los residentes en la zona.

En función del área de estudio, sus características particulares y la información primaria y secundaria recolectada, se ha identificado una variada gama de variedades de flora y fauna, tanto nativas como introducidas las cuales se presentan a continuación:

4.3.1. Fauna

Tabla 19 Flora de la quebrada San Francisco

Nombre Común	Nombre Científico	Grafico
Conejo de paramo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	
Puma	<i>Puma concolor</i>	
Ratón andino de páramo	<i>Thomasomys rhoadsi</i>	
Raposo	<i>Didelphis albiventris</i>	
Lobo de páramo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	
Ratón campestre	<i>Akodon latebricola</i>	
Colibrí colilargo mayor	<i>Lesbia victoriae</i>	

Colibrí cobrizo

Aglaeactis cupripennis



Pájaro brujo

Pyrocephalus rubinus



Golondrina

Hirundo rustica



Gorrión

Zonotrichia Capensis



Mirlo

Turdus fuscater



Nota: la siguiente tabla presenta la fauna en función del área de estudio. Realizado por: Arias Allyson

4.3.2. Flora

Tabla 20 Fauna de la quebrada San Francisco

Nombre Común	Nombre Científico	Grafico
Matico	<i>Piper hispidum</i>	

Achupalla

Puya clava-herculis



Helecho arbóreo

Cyatheales



Ashpa chocho

Lupinus pubescens



Romerillo

Podocarpus sprucei



Trébol

Trifolium repens



Quishuar

Buddleia incana



Romerillo

Hypericum laricifolium



Ortiga de monte

Urtica morifolia



Orquídea

Oncidium cucullatum



Sigse

Cortaderia nitida



Chilca

Baccharis latifolia



Nota: la siguiente tabla presenta la flora en función del área de estudio. Realizado por: Arias Allyson

4.4. Análisis fisicoquímicos de la calidad del agua

4.4.1. Muestra

Para llevar a cabo el análisis de calidad del agua en nuestro estudio, se debía realizar muestras compuestas, estas se obtuvieron mediante la recolección de 4 muestras simples de 250 ml cada una, las cuales se combinaron para formar una muestra compuesta de 1 litro. Cada punto de muestreo generó un total de 4 muestras simples, tomadas en intervalos de tiempo de 20 minutos, al finalizar este proceso de muestreo, se obtuvo un total de 15 muestras compuestas, una por cada punto de muestreo (alto, medio y bajo) y día (5 días).

Estas muestras compuestas se llevaron al laboratorio correspondiente, donde se sometieron a un análisis detallado de sus propiedades físico químicas.

4.4.2. Potencial de Hidrógeno (pH)

El parámetro de pH, que indica el nivel de acidez o alcalinidad, fue medido in - situ en la Quebrada San Francisco, estos valores fueron comparados con los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097A, (2015), que establece los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, que se encuentra en el ANEXO 10, según estos criterios, se considera que un rango de pH de 6 a 9 unidades es adecuado para el consumo humano. A continuación, se analizaron los valores promedio correspondientes a los diferentes días y a las distintas zonas de estudio concretas:

Tabla 21 Análisis del pH

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	7,14	7,20	7,25	7,20	7,30	7,26	7,35	7,30	7,22	7,25	7,30	7,26
Día 2	7,12	7,18	7,25	7,18	7,24	7,30	7,20	7,25	7,28	7,29	7,33	7,30
Día 3	7,17	7,16	7,15	7,16	7,23	7,22	7,27	7,24	7,28	7,26	7,30	7,28
Día 4	7,16	7,22	7,28	7,22	7,34	7,23	7,27	7,28	7,30	7,31	7,33	7,31
Día 5	7,29	7,28	7,28	7,28	7,21	7,22	7,18	7,20	7,17	7,29	7,34	7,27
	Promedio			7,21	Promedio			7,25	Promedio			7,28

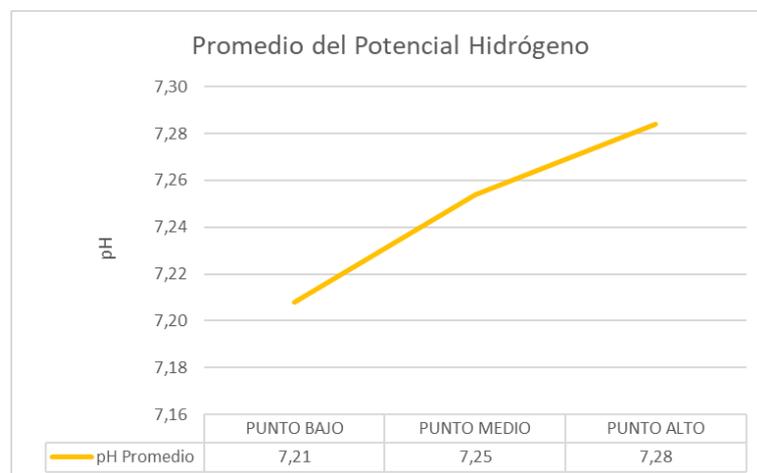
Nota: El pH se expresa en unidades de pH. Rango de pH de 6 a 9 unidades es adecuado para el consumo humano. Realizado por: Arias Allyson.

En el transcurso de cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se vieron diferenciaciones en los valores promedio de pH en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. Durante el primer día, el pH promedio en el Punto Bajo se registró a 7.20, cumpliendo con las regulaciones del Acuerdo Ministerial y la normativa vigente. Simultáneamente, en el Punto Medio, el pH promedio fue de 7.30, también dentro de los estándares establecidos. En el Punto Alto, se obtuvo un valor promedio de 7.26, confirmando su conformidad con los parámetros requeridos y destacando como el punto con el pH promedio más elevado del día.

El segundo día de muestreo reveló diferencias en los valores promedio de pH. En el Punto Bajo, se registró un pH promedio de 7.18, según la normativa vigente. En el Punto Medio, el pH promedio fue de 7.25, confirmando su cumplimiento con los estándares establecidos. El Punto Alto mostró un valor promedio de pH de 7.30, nuevamente destacándose como el punto con el pH promedio más elevado del día. El tercer día de estudio arrojó resultados similares. El Punto Bajo mantuvo un pH promedio de 7.16, cumpliendo con las regulaciones. En el Punto Medio, el pH promedio fue de 7.24, confirmando su conformidad con los estándares establecidos. El Punto Alto, con un valor promedio de pH de 7.27, continuó siendo el punto con el pH promedio más elevado. El cuarto día de investigación presentó pH promedio de 7.22 en el Punto Bajo, 7.28 en el Punto Medio y 7.31 en el Punto Alto, manteniéndose todos dentro del rango establecido. El quinto día, el Punto Bajo exhibió un pH promedio de 7.28, mientras que el Punto Medio registró 7.20, y el Punto Alto alcanzó 7.27, todos practicando con las normas determinadas.

El análisis de cinco días de muestreo revela que el Punto Alto de la Quebrada San Francisco mantuvo el pH promedio más elevado, mientras que el Punto Bajo presentó valores más bajos, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 2 Análisis Promedio del pH de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Sin embargo, es importante destacar que todos los valores se conservaron en los rangos determinados por el Acuerdo Ministerial 097A, (2015) para el agua de dilapidación humano y doméstico.

4.4.3. Temperatura

El parámetro de temperatura fue medido in – situ, en la quebrada de San Francisco, el Acuerdo Ministerial 097 no especifica valores que justifiquen el parámetro de temperatura del agua y su impacto en las diversas actividades de consumo humano. Sin embargo, en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo 1, (2017), se presenta en la tabla 3 los Criterios de Calidad admitidos para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, así como en aguas marinas y de estuario, en el apartado correspondiente al agua fría dulce, que se encuentra en el ANEXO 11, se establece que el límite permisible en condiciones naturales varía entre 3°C y 20°C. Con base en esta información, se procede al análisis de los valores promedio registrados en diferentes días y en los distintos lugares de estudio determinadas:

Tabla 22 Análisis de la Temperatura

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	9,00	10,30	10,70	10,00	11,00	11,50	9,80	10,77	10,50	10,80	10,60	10,63
Día 2	11,00	11,40	11,70	11,37	10,90	11,30	11,70	11,30	12,00	12,20	11,90	12,03
Día 3	9,90	10,30	10,40	10,20	10,50	10,80	11,10	10,80	11,20	10,90	11,30	11,13
Día 4	11,00	11,20	11,50	11,23	11,70	12,00	12,30	12,00	11,90	12,40	12,70	12,33
Día 5	9,40	9,90	10,10	9,80	10,50	10,70	11,20	10,80	11,60	12,30	11,90	11,93
	Promedio			10,52	Promedio			11,13	Promedio			11,61

Nota: La Temperatura se expresa en unidades de úC. Límite permisible en condiciones naturales varía entre 3°C y 20°C. Realizado por: Arias Allyson

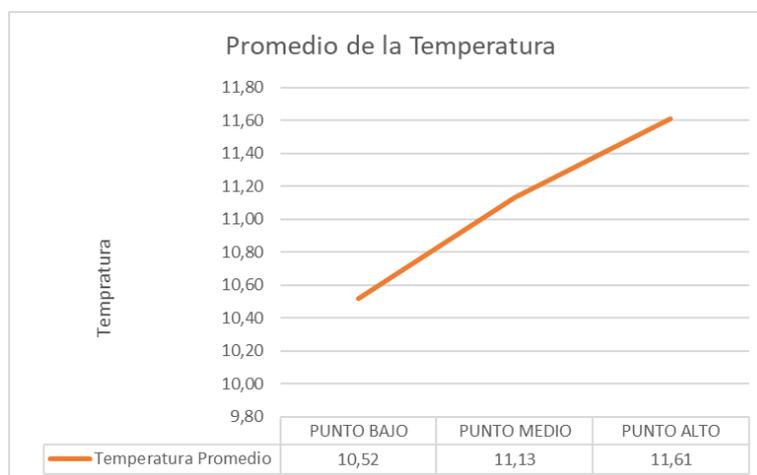
Durante cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se observaron fluctuaciones en los valores promedio de temperatura en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. El primer día, en el Punto Bajo, se registró una temperatura promedio de 10 °C, cumpliendo con las regulaciones del TULSMA. En el Punto Medio, se obtuvo un

promedio de temperatura de 10.77 °C, destacándose como el punto con la temperatura promedio más alta del día. En el Punto Alto, la temperatura promedio fue de 10.63 °C, manteniéndose dentro de los límites permitidos.

El segundo día de muestreo mostró que el Punto Alto tenía la temperatura promedio más alta, con 12.10 °C, en comparación con los otros puntos. Aunque esta variación fue notable, totalidad de los valores estuvieron en los límites aceptables anteriormente mencionados. El tercer día de estudio evidenció una vez más que el Punto Alto tenía la temperatura promedio más alta, con 11.13 °C, en comparación con los demás puntos, aun así todos los puntos se encontraban dentro de los límites. El cuarto día mantuvo esta tendencia, con el Punto Alto registrando una temperatura promedio de 12.15 °C, la más alta en comparación con los otros puntos, cumpliendo también los límites. Finalmente, el quinto día confirmó que el Punto Alto tenía la temperatura promedio más alta, con 11.93 °C, en comparación con los otros puntos estando todos los puntos dentro del límite.

El análisis de la temperatura promedio durante los cinco días revela que el Punto Alto es el punto con la temperatura más alta, mientras que el Punto Bajo muestra valores más bajos. Estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 3 Análisis Promedio de la Temperatura de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Se destaca que todos los productos se conservaron en los límites permitidos según el TULSMA.

4.4.4. Turbidez

Se realizó una comparación entre los valores del parámetro de Turbidez y los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1, la cual define los estándares de calidad para fuentes de agua destinadas al consumo humano y doméstico, según lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 097A, (2015), de acuerdo con estos criterios, que se encuentra en el ANEXO 10, se considera que una concentración de hasta 100 NTU es apropiada para el consumo humano. Posteriormente, se procedió al análisis de los valores promedio correspondientes a los distintos días y a las diversas zonas de estudio previamente establecidas:

Tabla 23 Análisis de la turbidez

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	0,90	0,70	0,80	0,80	0,60	0,60	0,80	0,67	0,80	0,60	0,80	0,73
Día 2	0,40	0,60	0,40	0,47	0,60	0,60	0,50	0,57	0,60	0,80	0,70	0,70
Día 3	0,80	0,70	0,60	0,70	0,50	0,50	0,60	0,53	0,60	0,60	0,50	0,57
Día 4	0,70	0,50	0,60	0,60	0,50	0,50	0,70	0,57	0,80	0,70	0,70	0,73
Día 5	0,70	0,60	0,50	0,60	0,60	0,70	0,70	0,67	0,60	0,60	0,80	0,67
	Promedio			0,63	Promedio			0,60	Promedio			0,68

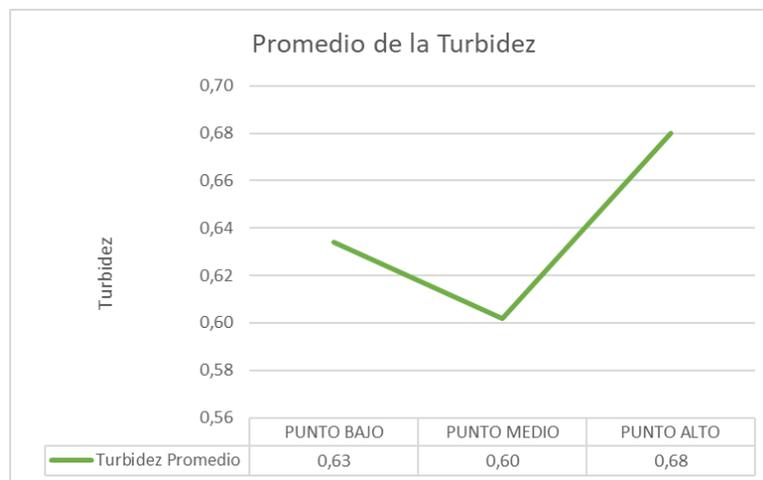
*Nota: La turbidez se expresa en unidades de NTU. Concentración de hasta 100 NTU es apropiada para el consumo humano. * Realizado por: Arias Allyson.

En el transcurso de cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se registraron diferentes valores promedio de turbidez en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. Durante el primer día, en el Punto Bajo, se obtuvo un valor promedio de turbidez de 0.80, en los límites determinados por el Acuerdo Ministerial, cumpliendo con las normativas vigentes. En el Punto Medio, se registró un valor promedio de turbidez de 0.67, destacándose como el punto con la turbidez promedio más alta del día. En el Punto Alto, la turbidez promedio fue de 0.73, manteniéndose dentro de los parámetros requeridos.

El segundo día reveló que el Punto Alto tenía la turbidez promedio más alta, con un valor de 0.70 en comparación con los otros puntos, aunque dentro de los límites permitidos. El tercer día, nuevamente, el Punto Alto destacó con una turbidez promedio superior, registrando un valor de 0.57 en comparación con los demás puntos. El cuarto día mantuvo esta tendencia, con el Punto Alto presentando una turbidez promedio de 0.73, la más alta entre los puntos. Finalmente, el quinto día demostró que los puntos de monitoreo ubicados en la parte media y alta de la Quebrada San Francisco tenían un valor de turbidez promedio igual, superior al del punto bajo. Aunque la diferencia no fue significativa, todos los productos se conservaron adentro de los límites permitidos según el Acuerdo Ministerial 097A (2015).

El análisis de la turbidez promedio en los cinco días de muestreo muestra que el Punto Alto exhibe el valor más alto, mientras que el Punto Medio muestra uno más bajo, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 4 Análisis Promedio de la Turbidez de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson.

Sin embargo, todos los productos se desempeñan con los estándares de calidad establecidos en él en el Acuerdo Ministerial 097A, (2015).

4.4.5. Oxígeno disuelto (OD)

El parámetro de Oxígeno Disuelto en el Acuerdo Ministerial 097 no proporciona valores específicos que justifiquen su relevancia en el agua y su impacto en las diversas actividades de consumo humano. No obstante, en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo 1, (2017), se presenta en la tabla 2 de Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección, que se encuentra en el ANEXO 12, un límite permisible no menor a 6 mgO₂/l.

A partir de esta información, se procede al análisis de los valores promedio registrados en diferentes días y en los distintos lugares de estudio establecidas:

Tabla 24 Análisis del Oxígeno Disuelto

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	8,05	7,97	8,30	8,11	8,43	8,40	8,41	8,41	8,37	8,22	8,25	8,28
Día 2	7,91	7,90	7,87	7,89	7,94	8,03	7,90	7,96	8,09	8,12	8,01	8,07
Día 3	8,18	8,10	8,13	8,14	8,09	8,12	8,06	8,09	7,99	8,08	8,02	8,03
Día 4	8,29	8,25	8,22	8,25	8,25	8,23	8,21	8,23	8,22	8,20	8,23	8,22
Día 5	8,20	8,23	8,17	8,20	8,21	8,17	8,24	8,21	8,19	8,16	8,24	8,20
	Promedio			8,12	Promedio			8,18	Promedio			8,16

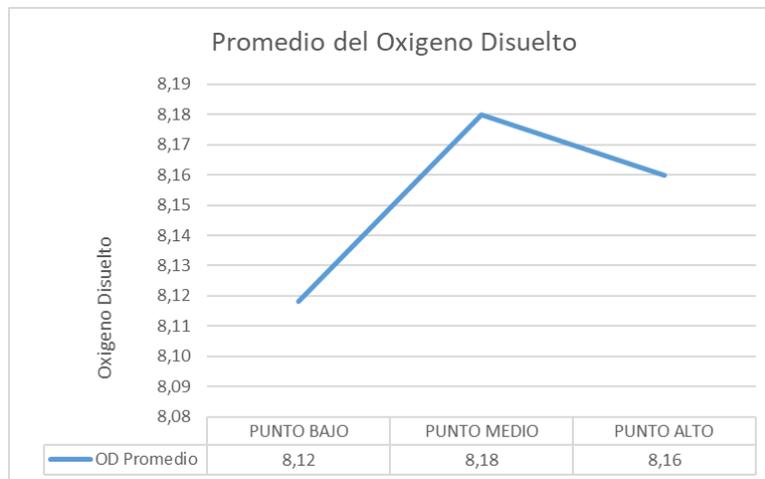
Nota: El oxígeno disuelto se expresa en unidades de mgO₂/L. Límite permisible no menor a 6 mgO₂/l. Realizado por: Arias Allyson.

Durante cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se han registrado valores promedio de Oxígeno Disuelto (OD) en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, en el Punto Bajo, se obtuvo un promedio de OD de 8.11, cumpliendo con las normativas del TULSMA. En el Punto Medio, se registró un promedio de 8.41, destacándose como el punto con el OD promedio más alto. En el Punto Alto, la media fue de 8.28.

El segundo día demostró que el Punto Alto tenía el promedio más alto de OD, con 8.07, en comparación con los otros puntos. A pesar de la notoria diferencia, todos los productos se conservaron adentro de los límites permitidos. El tercer día, el Punto Bajo exhibió el promedio más alto de OD, con 8.14 en comparación con los demás puntos. El cuarto día mantuvo la tendencia, con el Punto Bajo registrando un promedio de 8.25, el más alto entre los puntos. Finalmente, el quinto día mostró que los puntos de monitoreo situados en la zona baja y media de la Quebrada San Francisco tenían un promedio igual de OD, superior al del punto alto. Aunque la diferencia no fue significativa, todos los productos fueron dentro de los límites reconocidos según el TULSMA.

El análisis del OD promedio en los cinco días de muestreo muestra que el Punto Medio destaca con el valor más alto, mientras que el Punto Bajo muestra uno ligeramente inferior, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 5 Análisis Promedio del Oxígeno Disuelto de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Cabe destacar que los valores de OD promedio se encuentran efectuando con los pautas de calidad establecidos anteriormente.

4.4.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Se realizó una comparación de los valores del parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO) con los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 según lo especificado en el Acuerdo Ministerial 097A (2015). La Tabla 1 establece los estándares de calidad para las fuentes de agua destinadas al consumo humano y doméstico, de acuerdo con estos criterios, que se encuentra en el ANEXO 10, se establece que los valores de DQO deben ser inferiores a 4 mgO₂/L para considerarse adecuado para el consumo humano.

A continuación, se procedió a realizar el análisis de los valores promedio correspondientes a diferentes días y a los distintos lugares de estudio previamente determinadas:

Tabla 25 Análisis de la DQO

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	237,00	235,00	235,00	235,67	172,00	170,00	174,00	172,00	140,00	136,00	135,00	137,00
Día 2	286,00	280,00	265,00	277,00	243,00	240,00	236,00	239,67	200,00	206,00	202,00	202,67
Día 3	279,00	270,00	274,00	274,33	225,00	223,00	220,00	222,67	184,00	156,00	154,00	164,67
Día 4	310,00	300,00	306,00	305,33	294,00	288,00	290,00	290,67	235,00	221,00	222,00	226,00
Día 5	337,00	328,00	325,00	330,00	310,00	300,00	300,00	303,33	270,00	267,00	266,00	267,67
	Promedio			284,47	Promedio			245,67	Promedio			199,60

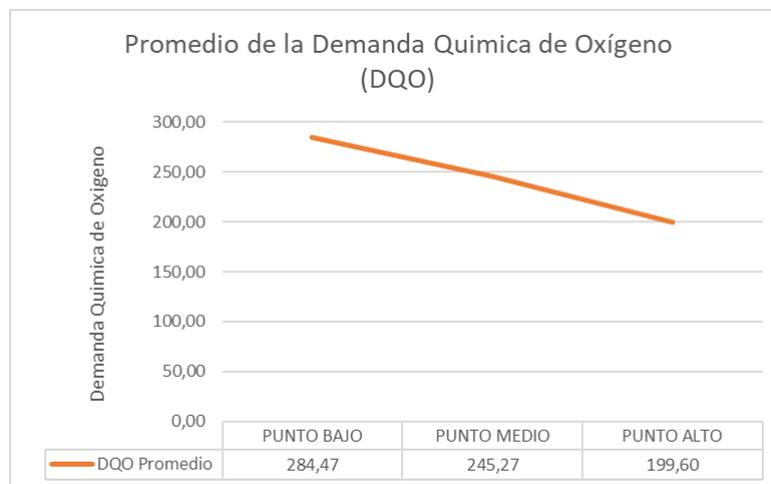
*Nota: La DQO se expresa en unidades de mgO₂/L. Los valores deben ser inferiores a 4 mgO₂/L para considerarse adecuado para el consumo humano. * Realizado por: Arias Allyson

Durante cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se observaron niveles promedio de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, el Punto Bajo registró un valor promedio de DQO de 235.67, superando los límites del Acuerdo Ministerial y, por lo tanto, incumpliendo con las regulaciones vigentes. En el Punto Medio, el promedio fue de 172, también excediendo los estándares. Finalmente, el Punto Alto promedió 137 en DQO.

El segundo día reveló un panorama similar, con valores de DQO por encima de los límites en todos los puntos. El Punto Bajo tuvo un promedio de 277, el Punto Medio 239.67 y el Punto Alto 202.67. El tercer día continuó mostrando valores de DQO que superaban las regulaciones en todos los puntos de muestreo. El Punto Bajo alcanzó un promedio de 274.33, el Punto Medio 222.67 y el Punto Alto 164.67. El cuarto día confirmó esta tendencia, con valores de DQO que excedían los límites establecidos en todos los puntos: 305.33 en el Punto Bajo, 290.67 en el Punto Medio y 226 en el Punto Alto. Finalmente, en el quinto día, los valores de DQO continuaron incumpliendo con las regulaciones en todos los parajes de monitoreo: 330 en el Punto Bajo, 303.33 en el Punto Medio y 267.67 en el Punto Alto.

El análisis de la DQO promedio durante los cinco días de muestreo en cada punto de estudio evidencian que el Punto Bajo presenta el valor más alto, mientras que el Punto Alto exhibe uno más bajo, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 6 Análisis Promedio de la Demanda Bioquímica del Oxígeno de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson.

Sin embargo, se observa un incumplimiento constante de los esquemas de calidad establecidos en el Acuerdo Ministerial. Estos descubrimientos recalcan la importancia crítica de tomar medidas correctivas para preservar la calidad del agua en la Quebrada San Francisco y proteger el ecosistema acuático circundante.

4.4.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

El parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en el Acuerdo Ministerial 097 no especifica valores que respalden su importancia en el agua y su impacto en las diversas actividades de consumo humano. Sin embargo, en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo 1, (2017), se establece en la tabla 2 de límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que requieren tratamiento convencional, que se encuentra en el ANEXO 12, un límite permisible no menor a 2 mgO₂/l.

Teniendo en cuenta esta información, se procede al análisis de los valores promedio registrados en diferentes días y en los diferentes lugares de estudio establecidas:

Tabla 26 Análisis de la DBO₅

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	148,00	147,00	147,00	147,33	108,00	106,00	109,00	107,67	88,00	85,00	84,00	85,67
Día 2	179,00	175,00	166,00	173,33	152,00	150,00	148,00	150,00	125,00	129,00	126,00	126,67
Día 3	174,00	169,00	171,00	171,33	141,00	139,00	138,00	139,33	115,00	98,00	96,00	103,00
Día 4	194,00	188,00	191,00	191,00	184,00	180,00	181,00	181,67	147,00	138,00	139,00	141,33
Día 5	211,00	205,00	203,00	206,33	194,00	188,00	188,00	190,00	169,00	167,00	166,00	167,33
	Promedio			177,87	Promedio			153,73	Promedio			124,80

Nota: La DBO₅ se expresa en unidades de mgO₂/L. Límite permisible no menor a 2 mgO₂/l.

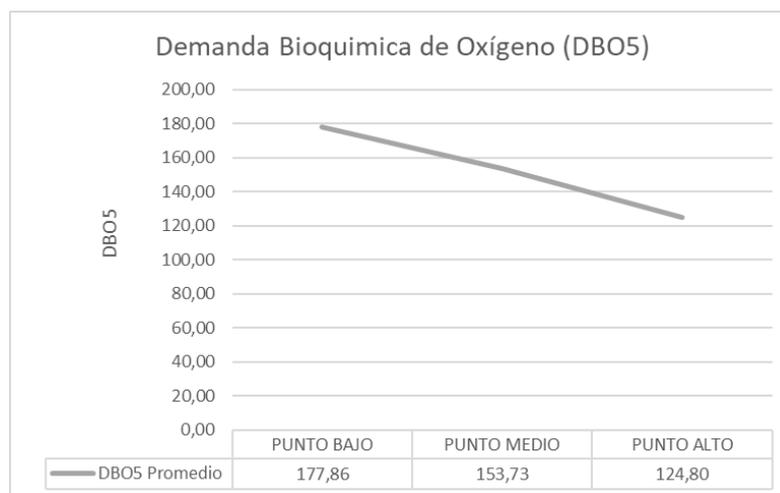
Realizado por: Arias Allyson

Durante cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se observaron niveles promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, el Punto Bajo registró un valor promedio de DBO₅ de 147.33, superando los límites del TULSMA y, por lo tanto, incumpliendo con las regulaciones vigentes. En el Punto Medio, el promedio fue de 107.67, también excediendo los estándares. Finalmente, el Punto Alto promedió 85.67 en DBO₅.

El segundo día reveló un panorama similar, con valores de DBO5 por encima de los límites en todos los puntos. El Punto Bajo tuvo un promedio de 173.33, el Punto Medio 150 y el Punto Alto 126.67. El tercer día continuó mostrando valores de DBO5 que superaban las regulaciones en todos los puntos de muestreo. El Punto Bajo alcanzó un promedio de 171.33, el Punto Medio 139.33 y el Punto Alto 103. El cuarto día confirmó esta tendencia, con valores de DBO5 que excedían los límites establecidos en todos los puntos: 191 en el Punto Bajo, 181.67 en el Punto Medio y 141.33 en el Punto Alto. Finalmente, en el quinto día, los valores de DBO5 continuaron incumpliendo con las regulaciones en todos los parajes de monitoreo: 206.33 en el Punto Bajo, 190 en el Punto Medio y 167.33 en el Punto Alto.

El análisis de la DBO5 promedio durante los cinco días de muestreo en cada punto de estudio demuestra que el Punto Bajo resalta con el valor más alto, mientras que el Punto Alto muestra un valor ligeramente inferior, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 7 Análisis Promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Sin embargo, es importante descartar que hay un incumplimiento constante de los estándares de calidad establecidos en el TULSMA.

4.4.8. Sólidos Disueltos Totales

El parámetro de Sólidos Disueltos Totales (SDT) en el Acuerdo Ministerial 097 no especifica valores concretos que justifiquen su importancia en el agua y su impacto en las actividades de consumo humano. Sin embargo, según Méndez & Sigcha (2023), un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera aceptable para su consumo un valor de 300 mg/L para las entidades de agua en relación a los sólidos suspendidos totales, mientras que una concentración superior a 1.200 mg/L se clasifica como no recomendable para su consumo.

Con base en esta información, procedemos al análisis de los valores promedio registrados en diferentes días y en las distintas zonas de estudio establecidas:

Tabla 27 Análisis de los Sólidos Disueltos Totales

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	1,37	1,50	1,78	1,55	1,83	1,88	1,90	1,87	1,65	1,70	1,85	1,73
Día 2	1,56	1,58	1,63	1,59	1,82	1,72	1,70	1,75	1,45	1,50	1,57	1,51
Día 3	1,40	1,45	1,41	1,42	1,82	1,73	1,70	1,75	1,76	1,73	1,68	1,72
Día 4	1,21	1,33	1,26	1,27	1,40	1,63	1,52	1,52	1,50	1,43	1,55	1,49
Día 5	1,82	1,73	1,65	1,73	1,75	1,80	1,69	1,75	1,50	1,65	1,56	1,57
	Promedio			1,51	Promedio			1,73	Promedio			1,61

Nota: Los Sólidos Disueltos Totales se expresa en unidades de mg/L. Una concentración superior a 1.200 mg/L se clasifica como no recomendable para su consumo Realizado por: Arias Allyson

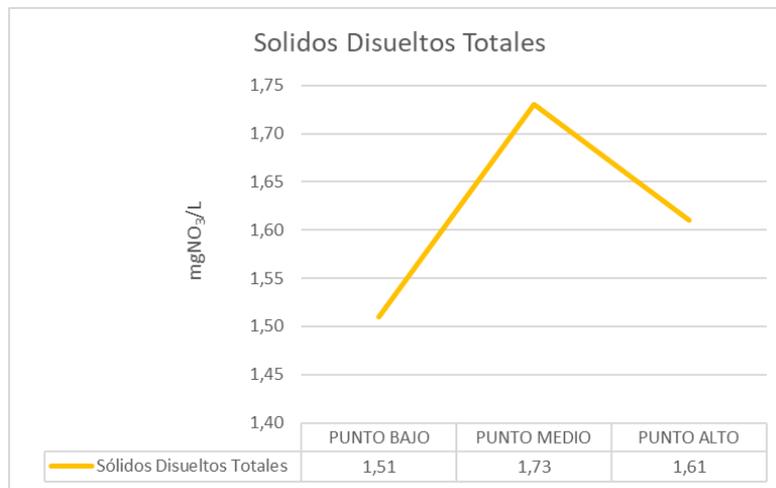
Durante cinco días de muestreo en la Quebrada San Francisco, se observaron diferentes valores promedio de Sólidos Disueltos Totales (SDT) en tres sitios de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, el Punto Bajo registró un promedio de SDT de 1.55, dentro del rango aceptable según la bibliografía previamente mencionada. El Punto Medio promedió 1.87 en SDT, mientras que el Punto Alto alcanzó un promedio de 1.68.

El segundo día mantuvo una tendencia similar, con valores de SDT dentro del rango aceptable en todos los puntos. El Punto Bajo registró un promedio de 1.59, el Punto Medio

promedió 1.75, y el Punto Alto obtuvo un promedio de 1.48. El tercer día continuó con valores de SDT en conformidad con las regulaciones en todos los puntos de muestreo. El Punto Bajo promedió 1.42, el Punto Medio 1.75 y el Punto Alto 1.72. El cuarto día confirmó nuevamente la conformidad de los valores de SDT en todos los puntos: 1.42 en el Punto Bajo, 1.75 en el Punto Medio y 1.72 en el Punto Alto. En el quinto día, se observaron valores de SDT en conformidad con las regulaciones en todos los parajes de monitoreo: 1.73 en el Punto Bajo, 1.75 en el Punto Medio y 1.57 en el Punto Alto.

El análisis de los valores promedio de Sólidos Disueltos Totales (SDT) durante los cinco días de muestreo muestra que el Punto Medio destaca con el valor más elevado, mientras que el Punto Bajo muestra un valor ligeramente inferior, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 8 Análisis Promedio de los Solidos Disueltos Totales de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Es importante destacar que los puntos de monitoreo mantuvieron valores dentro del rango aceptable según la bibliografía mencionada previamente.

4.4.9. Nitratos

Se realizó una comparación entre los valores del parámetro de Nitratos y los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1, la cual define los estándares de calidad para fuentes de

agua destinadas al consumo humano y doméstico, de acuerdo a lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 097A (2015), que se encuentra en el ANEXO 10. Según dichos criterios, se considera que una concentración de hasta 50 mgNO₃/L es adecuada para el consumo humano.

A continuación, se procedió a la observación de los valores promedio oportunos a los diferentes días y a las distintas sitios de estudio previamente señaladas, con el fin de obtener una visión más detallada y precisa de los resultados:

Tabla 28 Análisis de Nitratos

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	5,50	5,60	5,30	5,47	3,30	3,50	3,90	3,57	3,00	3,10	3,00	3,03
Día 2	5,20	4,90	5,00	5,03	3,30	3,10	3,60	3,33	2,60	2,60	2,50	2,57
Día 3	2,70	3,00	3,20	2,97	2,60	2,50	3,00	2,70	3,60	3,20	3,20	3,33
Día 4	4,20	4,00	4,30	4,17	3,10	3,00	3,20	3,10	6,20	5,30	5,50	5,67
Día 5	2,90	3,20	3,10	3,07	3,50	3,20	3,20	3,30	6,00	5,70	5,60	5,77
	Promedio			4,14	Promedio			3,20	Promedio			4,07

*Nota: Los Nitratos se expresa en unidades de mgNO₃/L. se considera que una concentración de hasta 50 mgNO₃/L es adecuada para el consumo humano. * Realizado por: Arias Allyson

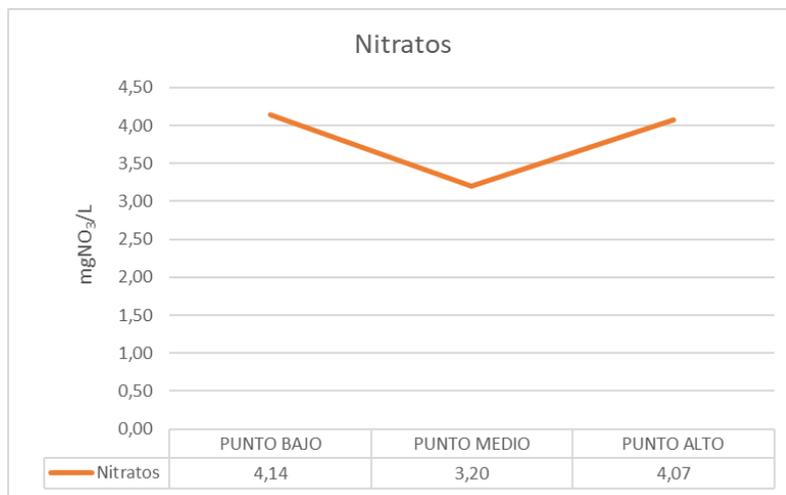
Durante el proceso de muestreo de cinco días en la Quebrada San Francisco, se documentaron diversos valores promedio de concentración de nitratos en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, el Punto Bajo mostró un promedio de 5.47, no superando el rango permitido por el Acuerdo Ministerial y evidenciando el cumplimiento con las normativas. En el Punto Medio, el promedio fue de 3.57, confirmando su cumplimiento con los estándares establecidos, mientras que el Punto Alto promedió 3.03, también reafirmando su adecuación a los parámetros requeridos.

El segundo día mantuvo una tendencia similar, con valores de nitratos que no superaron el rango establecido por el Acuerdo Ministerial en todos los parajes de monitoreo. El Punto Bajo registró un promedio de 5.03, el Punto Medio promedió 3.33 y el Punto Alto obtuvo un promedio de 2.57. El tercer día continuó mostrando valores de nitratos que no

están por encima del rango permitido. El Punto Bajo promedió 2.97, el Punto Medio 2.70 y el Punto Alto 3.33. En el cuarto día, nuevamente se evidenció que los valores de nitratos no superaban los límites establecidos. El Punto Bajo registró un promedio de 4.17, el Punto Medio promedió 3.10 y el Punto Alto obtuvo un promedio de 5.67. El quinto día confirmó la tendencia observada durante los días anteriores, con valores de nitratos que no excedieron el rango permitido. El Punto Bajo promedió 3.07, el Punto Medio 3.30 y el Punto Alto obtuvo un promedio de 5.77.

El análisis de los promedios de concentración de nitratos durante los cinco días de muestreo en cada punto de estudio demuestra que el Punto Bajo presenta el valor más alto, mientras que el Punto Medio muestra un valor más bajo en comparación a los demás puntos de monitoreo, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 9 Análisis Promedio de los Nitratos de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Se recalca que presentaron valores no superaron los límites permitidos por el Acuerdo Ministerial 097A, lo que indica un cumplimiento con los criterios de calidad para fuentes de agua propuestas al derroche humano y doméstico.

4.4.10. Fosfatos

Aunque el Acuerdo Ministerial 097 no proporciona valores específicos para el parámetro de Fosfatos en el agua y su relevancia en las actividades de consumo humano, es importante destacar que existen criterios ecológicos de calidad del agua que respaldan su importancia. Según Maza (2017), se otorga especial atención al aprovechamiento racional y a la prevención y control de la contaminación del agua, estableciendo un valor aceptable de 0.1 mgPO₄/L para los cuerpos de agua dulce.

Con base en esta referencia, procedemos al análisis de los valores promedio registrados en diferentes días y en las distintas zonas de estudio establecidas.

Tabla 29 Análisis de Fosfatos

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	0,22	0,25	0,24	0,24	0,16	0,14	0,14	0,15	0,15	0,17	0,15	0,16
Día 2	0,22	0,19	0,21	0,21	0,13	0,15	0,16	0,15	0,14	0,17	0,16	0,16
Día 3	0,24	0,26	0,22	0,24	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,17	0,15	0,17
Día 4	0,70	0,74	0,72	0,72	0,68	0,66	0,65	0,66	0,76	0,81	0,80	0,79
Día 5	1,23	1,20	1,22	1,22	1,28	1,25	1,25	1,26	1,33	1,30	1,26	1,30
	Promedio			0,53	Promedio			0,48	Promedio			0,52

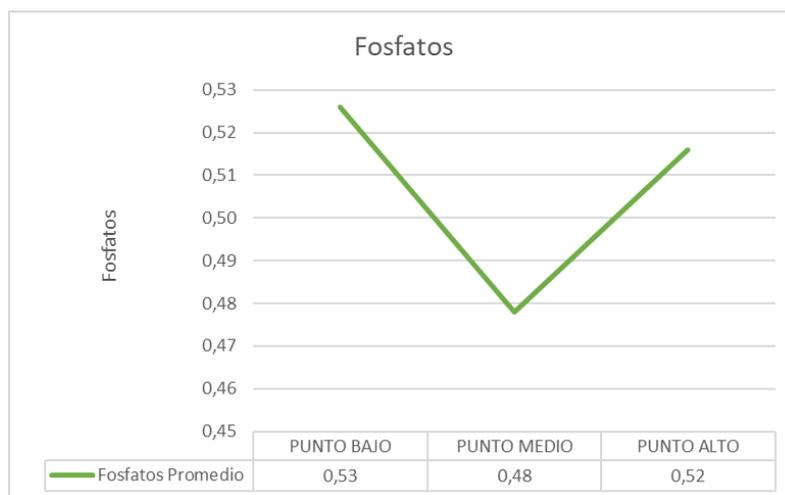
*Nota: Los Fosfatos se expresa en unidades de mgPO₄/L. Un valor aceptable de 0.1 mgPO₄/L para los cuerpos de agua dulce. * Realizado por: Arias Allyson

Durante el proceso de muestreo de cinco días en la Quebrada San Francisco, se documentaron distintos valores promedio de concentración de fosfatos en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, el Punto Bajo mostró un promedio de 0.24, excediendo el rango establecido por la bibliografía consultada y evidenciando su falta de conformidad con los estándares para almacenés de agua dulce. En el Punto Medio, el promedio fue de 0.15, confirmando su incumplimiento con el parámetro establecido, mientras que el Punto Alto obtuvo un promedio de 0.16, también confirmando su no adecuación a la bibliografía consultada.

El segundo día mantuvo una tendencia similar, con valores de fosfatos que excedieron el rango establecido por la bibliografía en todos los sitios de monitoreo. El Punto Bajo registró un promedio de 0.21, el Punto Medio promedió 0.15 y el Punto Alto obtuvo un promedio de 0.16. El tercer día también evidenció valores de fosfatos por encima del rango permitido. El Punto Bajo promedió 0.24, el Punto Medio 0.17 y el Punto Alto 0.17. En el cuarto día, nuevamente se confirmó que los valores de fosfatos superaban los límites establecidos. El Punto Bajo registró un promedio de 0.72, el Punto Medio promedió 0.66 y el Punto Alto obtuvo un promedio de 0.79. El quinto día, se presentaron valores de fosfatos que superaron ampliamente el rango establecido por la bibliografía. El Punto Bajo promedió 1.22, el Punto Medio 1.26 y el Punto Alto obtuvo un promedio de 1.30.

El análisis de los promedios de concentración de fosfatos durante los cinco días de muestreo en cada punto de estudio demuestra que el Punto Bajo presenta la concentración más alta, mientras que el Punto Medio muestra valores más bajos, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:

Figura 10 Análisis Promedio de los Fosfatos de los 5 días



Realizado por: Arias Allyson

Es relevante destacar que todos los valores se hallan fuera de los límites establecidos según la bibliografía consultada, indicando un incumplimiento de los parámetros aceptables para cuerpos de agua dulce.

4.4.11. Coliformes Fecales

Se transportó a cabo una comparación entre los productos del parámetro de Coliformes Fecales y los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1, la cual define los estándares de calidad para fuentes de agua destinadas al consumo humano y doméstico, según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097A (2015), que se encuentra en el ANEXO 10, según estos criterios, se considera que una concentración de hasta 1000 NMP/100ml es adecuada para el consumo humano.

Posteriormente, se procedió al análisis detallado de los valores promedio correspondientes a los diferentes días y a las distintas zonas de estudio previamente establecidas:

Tabla 30 Análisis de Coliformes Fecales

	Punto bajo				Punto medio				Punto Alto			
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio
Día 1	86,00	88,00	82,00	85,33	100,00	96,00	96,00	97,33	120,00	116,00	118,00	118,00
Día 2	82,00	80,00	86,00	82,67	96,00	102,00	106,00	101,33	116,00	124,00	120,00	120,00
Día 3	84,00	76,00	80,00	80,00	108,00	108,00	102,00	106,00	124,00	124,00	122,00	123,33
Día 4	80,00	86,00	82,00	82,67	100,00	102,00	102,00	101,33	116,00	120,00	122,00	119,33
Día 5	78,00	74,00	82,00	78,00	104,00	94,00	106,00	101,33	120,00	122,00	122,00	121,33
	Promedio			81,73	Promedio			101,46	Promedio			120,40

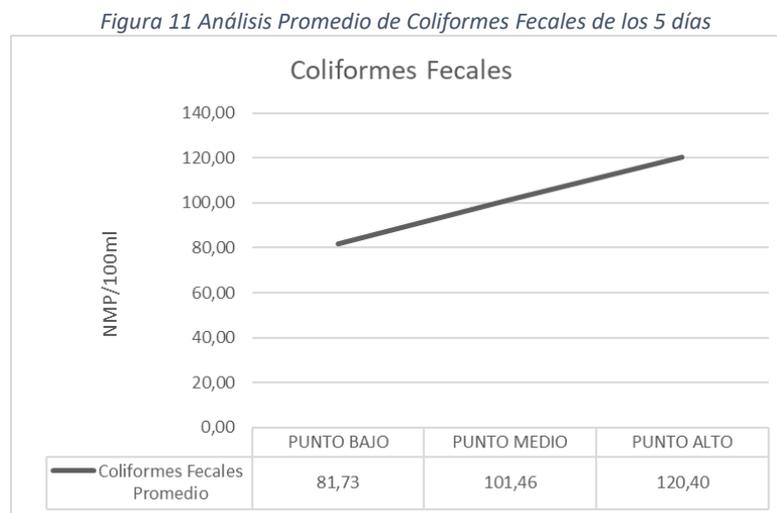
*Nota: Las Coliformes Fecales se expresa en unidades de NMP/100ml. Se considera que una concentración de hasta 1000 NMP/100ml es adecuada para el consumo humano. * Realizado por: Arias Allyson

Durante cinco días consecutivos de muestreo en la Quebrada San Francisco, se observaron variaciones en los productos promedio de coliformes fecales en tres puntos de monitoreo: Bajo, Medio y Alto. En el primer día, el Punto Bajo presentó un promedio de 85.33, en línea con el Acuerdo Ministerial y las normativas vigentes. En el Punto Medio, el

promedio fue de 97.33, confirmando su cumplimiento con los estándares. El Punto Alto registró un promedio de 118, lo que lo situó en conformidad con los parámetros requeridos.

El segundo día mantuvo la tendencia, con valores dentro de los límites establecidos en todos los lugares de monitoreo: Punto Bajo (82.67), Punto Medio (101.33) y Punto Alto (120). El tercer día continuó con valores de coliformes fecales que se mantenían en concordancia con las normativas vigentes: Punto Bajo (80), Punto Medio (106), Punto Alto (123.33). El cuarto día reflejó valores que cumplieran con las normativas: Punto Bajo (82.67), Punto Medio (101.33), Punto Alto (119.33). El quinto día, nuevamente se evidenciaron valores que se ajustaban a los límites establecidos: Punto Bajo (78), Punto Medio (101.33), Punto Alto (121.33).

Durante los cinco días de muestreo, se observa que el Punto Alto mantiene los valores más altos, mientras que el Punto Bajo muestra valores más bajos, estos hallazgos se visualizan claramente en el siguiente gráfico:



Realizado por: Arias Allyson

Es importante destacar que todos los productos se mantienen internamente de los límites señalados por las normativas vigentes en cuanto a calidad del agua para consumo humano y doméstico, de acuerdo con el Acuerdo Ministerial 097A (2015).

4.4.12. Índice de calidad del agua (ICA)

A continuación, se presenta la tabla que analiza el índice de calidad del agua en la Quebrada San Francisco durante los 5 días de muestreo en cada punto de monitoreo (Bajo, Medio y Alto):

Tabla 31 Análisis del índice de calidad del agua durante 5 días

Parámetro	Unidades	Puntos		
		Bajo	Medio	Alto
Coliformes Fecales	NMP/100ml	8,85	7,05	5,85
pH		10,80	10,94	10,96
DBO5	mgO2/l	0,20	0,20	0,20
Nitratos	mgNO3/L	8,70	8,80	9,30
Fosfatos	mgPO4/L	9,00	9,30	8,80
Temperatura	°C	2,00	1,92	2,00
Turbidez	NTU	7,44	7,68	7,20
Solidos Disueltos Totales	mg/L	6,40	6,46	0,12
Oxígeno Disuelto	mgO2/L	0,68	1,02	0,85
ICA		54,07	53,37	45,28

Nota: La siguiente tabla muestra los valores promedio de los 5 días de muestreo de cada parámetro necesario para calcular la ICA. Realizado por: Arias Allyson

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, el Índice de Calidad del Agua (ICA) refleja valores que oscilan entre regulares y malos en la Quebrada San Francisco. En el Punto Bajo, se obtuvo un valor de 54.07, lo cual indica una calidad regular, en el Punto Medio, se registró un valor de 53.37, también clasificado como regular; por otro lado, en el Punto Alto se alcanzó un valor de 45.28, clasificado como malo.

Estos resultados indican que la calidad del agua en los tres puntos de muestreo, evaluada a través del análisis del ICA, presenta un nivel regular y malo, lo que sugiere que las actividades antropogénicas cercanas a la zona están afectando directamente el cuerpo de agua.

Según el SNET (2022) un Índice de Calidad del Agua (ICA) bajo puede señalar la existencia de contaminantes que tienen un impacto dañino en la fauna acuática, lo que podría resultar en la inadecuación del agua para diversos usos, incluyendo aquellos que sustentan la economía local. Además, un ICA bajo puede indicar la existencia de sustancias nocivas para la salud humana, enfatizando la importancia de la vigilancia y el manejo adecuado de los recursos hídricos.

4.5. Encuestas

4.5.1. Cálculo del tamaño de la muestra

Las encuestas se desarrollaron en el barrio de Panzaleo, ubicado en el cantón Mejía, en la Parroquia de Machachi, en las cercanías de la Quebrada San Francisco. Para calcular la muestra, se tomó en consideración la población del barrio, que consta de 444 habitantes, se empleó un nivel de confianza del 90%, lo que implica un valor de Z_{α} de 1,65. Además, se utilizaron valores constantes de p y q, con ambos establecidos en 0,5. Se consideró un margen de error del 10% o 0,1 para este cálculo. A continuación, se procede a realizar la operación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N pq}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 pq}$$

$$n = \frac{(1.65^2) * 444 \text{ hab.} * 0.5 * 0.5}{(0.10^2)(444 \text{ hab.} - 1) + (1.65^2) * 0.5 * 0.5}$$

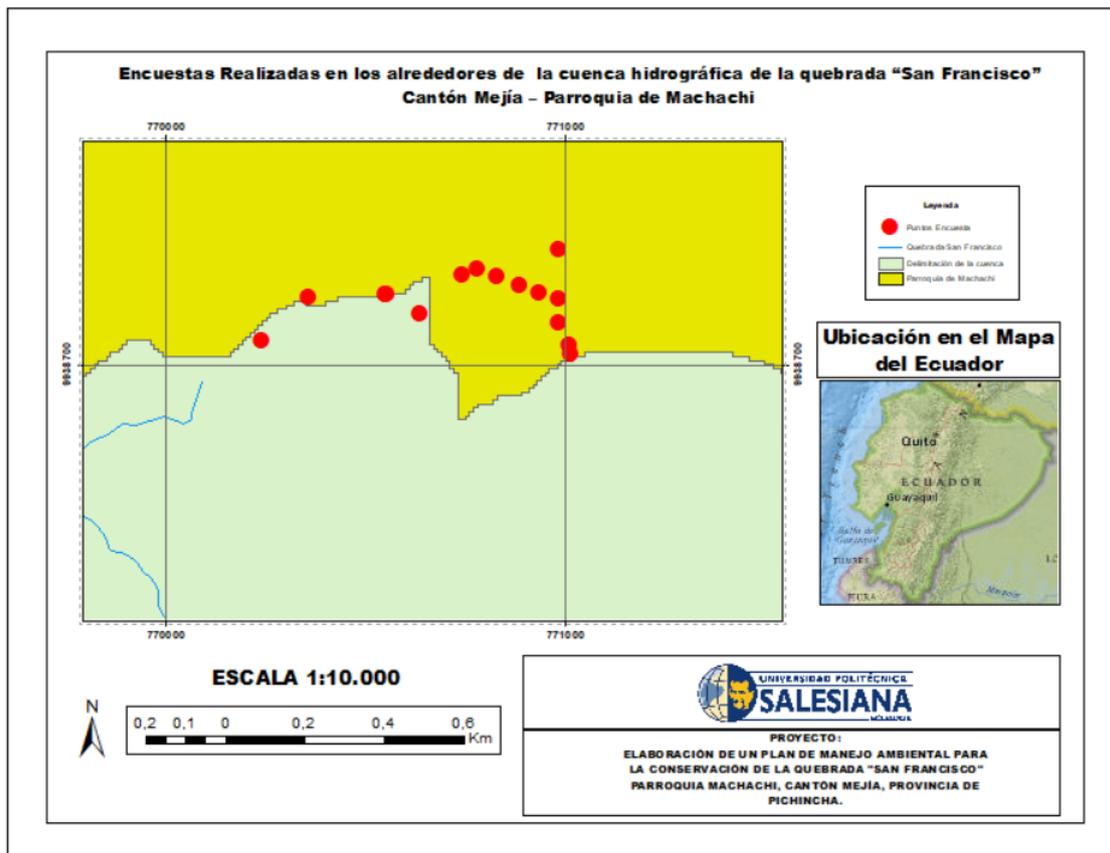
$$n = 59.13$$

De acuerdo a la fórmula previamente mencionada, se determinó que el tamaño de muestra requerido sería de aproximadamente 59.13 personas, lo cual se aproxima a 59 personas. Sin embargo, debido a la ausencia de algunos residentes debido a compromisos laborales y considerando que la generalidad de la población se encuentra en el rango de la tercera edad, solo fue posible realizar las encuestas a un total de 15 personas. Estas entrevistas se llevaron a cabo en un lapso de 10 minutos y los datos se recopilaron de manera online con ayuda de encuestas realizadas en Google Drive.

4.5.2. Organización de la Información

En el siguiente mapa se exhibe la disposición geográfica de las encuestas llevadas a cabo en el barrio de Panzaleo, ubicado en la parroquia de Machachi.

Mapa 4 Disposición geográfica de las encuestas

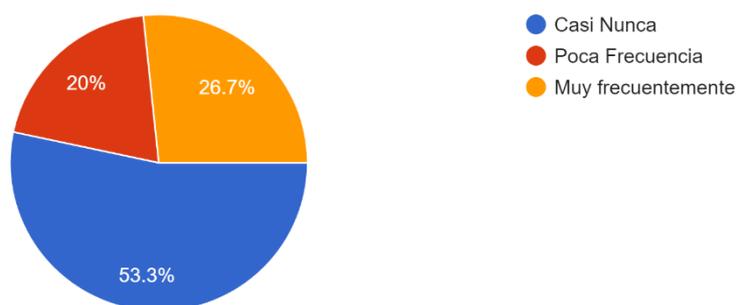


Nota: Se creó un mapa con una escala de 1:10 000, en el cual se exhibe la disposición geográfica de las encuestas llevadas a cabo en el barrio de Panzaleo. Realizado por: Arias Allyson.

A continuación, se mostrarán las preguntas y respuestas realizadas:

1. ¿Con que frecuencia visita la quebrada de San Francisco?

Figura 12 Resultados pregunta 1



Realizado por: Arias Allyson

Como se puede observar gran parte de los encuestados indicó que rara vez visitan la Quebrada de San Francisco. Esto sugiere que, para más de la mitad de los participantes, la visita a este lugar no forma parte regular de sus actividades. Un cuarto de los encuestados reveló que visitan la quebrada con alta frecuencia. Esto podría indicar que este grupo de individuos lo considera una parte importante de sus rutinas. Finalmente, una quinta parte de los participantes manifestó visitar la quebrada ocasionalmente, pero no de manera constante.

2. ¿Qué actividades realiza en la quebrada de San Francisco?

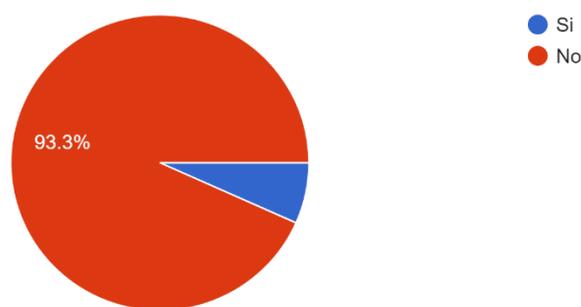
Entre las acciones que se desarrollan en la quebrada tenemos que se utiliza la quebrada como una ruta de paso o cruce, lo que sugiere que el lugar cumple una función de conectividad en su recorrido a alguna zona en específico, algunos participantes no utilizan a la quebrada en ninguna de sus actividades, otros aprovechan el cauce de la quebrada para el riego de sus cultivos, lo que indica un uso agrícola beneficioso para sus actividades agrarias, finalmente una proporción significativa de encuestados emplea la quebrada como área de pastoreo para el ganado vacuno, señalando su relevancia en actividades ganaderas.

3. ¿Ha notado usted algún cambio en la calidad del agua en los últimos años en la quebrada de San Francisco? En caso de haber notado alguno, indique cuales.

Algunos participantes reportaron no haber notado ningún cambio en la calidad del agua de la quebrada en los últimos años. Pero la gran mayoría señalaron que la calidad del agua ha disminuido, notando un aumento en la turbidez y una reducción en la cantidad de agua. Según Bohórquez (2013) el cantón Mejía, posee un territorio diverso que se ha degradado debido a la inconsciencia en el uso de recursos, como la quema de humedales ancestrales en los páramos, afectando la cantidad de lluvia de la zona.

4. ¿Cree que la construcción de sistemas de riego ha afectado la calidad de agua de la quebrada de San Francisco?

Figura 13 Resultados pregunta 4

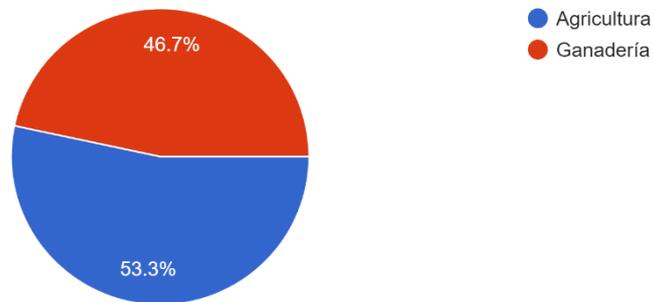


Realizado por: Arias Allyson

La abrumadora mayoría de los participantes indicó que no cree que la construcción de sistemas de riego haya afectado la calidad del agua en la Quebrada de San Francisco. Estos resultados sugieren una percepción generalizada de que la infraestructura de riego no ha tenido daño notable en la pureza del agua. Sin embargo, según República Argentina – Ministerio De Agroindustria (2016) la ejecución de canales de riego tiene el potencial de influir en la biodiversidad local al modificar el entorno natural de las especies y disminuir la cantidad de agua accesible para la flora y fauna. Estos cambios podrían desencadenar efectos adversos en la biodiversidad y la integridad del suelo.

5. ¿Cuál de las siguientes prácticas agrícolas piensa usted que se llevan a cabo mayoritariamente en la zona?

Figura 14 Resultados pregunta 5

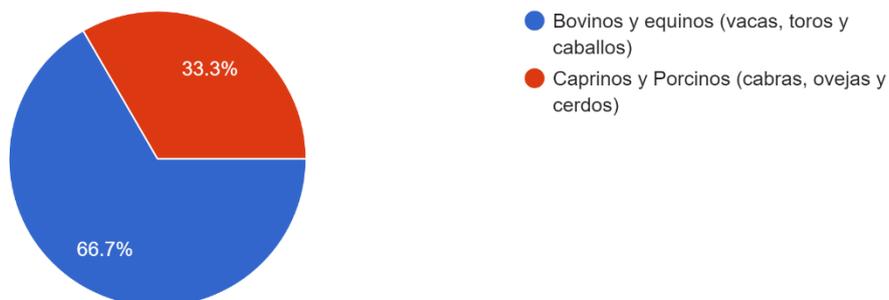


Realizado por: Arias Allyson

Los resultados indican una percepción dividida en cuanto a las prácticas agrícolas y ganaderas predominantes en la zona. Mientras que la agricultura y la ganadería emergen como las dos primordiales actividades según las respuestas de los participantes, no hay un consenso claro sobre cuál de estas prácticas es la más predominante. Según Escobar (2018) la parroquia de Machachi, es reconocida por ser una región con un gran potencial para llevar a cabo tanto actividades agrícolas como ganaderas, esto gracias a las características de su clima y suelos.

6. ¿Qué tipo de ganado se cría principalmente en la zona?

Figura 15 Resultados pregunta 6

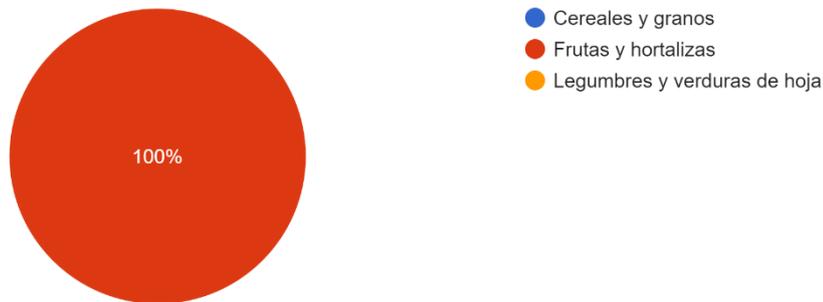


Realizado por: Arias Allyson

Los hallazgos indican que criar ganado bovino y equino es la actividad más común en esta área, tal como lo mencionaron la generalidad de las personas preguntadas. Aunque también se hizo mención de la presencia de ganado caprino y porcino, estas especies no son tan predominantes según lo expresado en las respuestas. Esta observación fue confirmada de primera mano al notar que principalmente se encuentran ganado bovino y equino en toda la zona de estudio.

7. ¿Qué tipo de cultivos se realiza principalmente en la zona?

Figura 16 Resultados pregunta 7

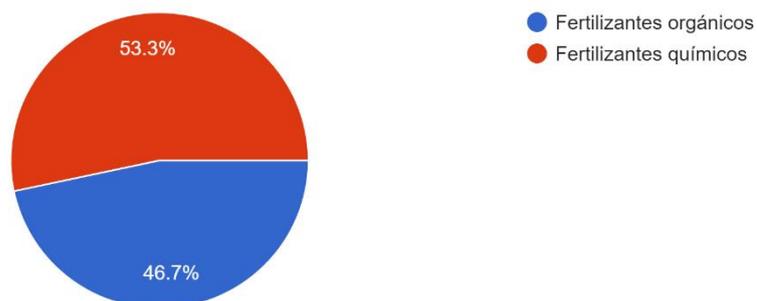


Realizado por: Arias Allyson

Todas las personas encuestadas compartieron la misma opinión acerca de los cultivos más destacados en esta área, enfocándose principalmente en frutas y hortalizas, especialmente las papas y las fresas. Estos hallazgos se vieron respaldados por las observaciones en el terreno de la zona de estudio.

8. ¿Qué tipo de fertilizantes se utilizan principalmente en los cultivos?

Figura 17 Resultados pregunta 8

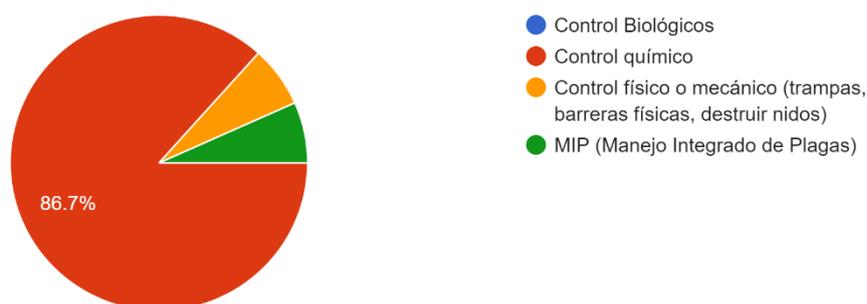


Realizado por: Arias Allyson

Los resultados muestran una división en el uso de fertilizantes en los cultivos, con una percepción compartida de que tanto los fertilizantes orgánicos (desechos orgánicos o humus) como los químicos (Urea, nitrato de amonio, y sulfato de amonio) tienen una presencia relevante en la zona. Aunque existe una tendencia ligeramente mayor hacia el uso de fertilizantes químicos, la elección de ambos tipos de fertilización refleja la diversidad de enfoques y estrategias en la agricultura local.

9. ¿Qué tipo de métodos se utilizan para controlar las plagas de los cultivos?

Figura 18 Resultados pregunta 9

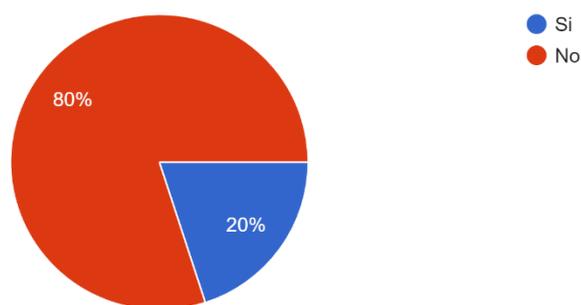


Realizado por: Arias Allyson

Los resultados destacan la preferencia por el control químico (herbicidas y pesticidas) como método predominante para la vigilancia de plagas agrícolas, de acuerdo con opinión predominante de los participantes. Aunque existe un reconocimiento minoritario hacia enfoques físicos/mecánicos y el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (utilización de pesticidas naturales a base de cebolla o ají y alternar diferentes cultivos en una misma parcela para evitar el acaparamiento de plagas y enfermedades en el suelo), estos enfoques no químicos parecen tener una presencia más limitada.

10. ¿Cree que las actividades agrícolas/ganaderas que se realizan en la zona afectan la calidad de agua de la quebrada de San Francisco?

Figura 19 Resultados pregunta 10



Realizado por: Arias Allyson

El análisis de los resultados refleja que la generalidad de los preguntados no percibe que las destrezas agrícolas y ganaderas impacten negativamente en la calidad del agua de la quebrada. Aunque algunos reconocieron cierta relación entre estas acciones y la calidad del agua, prevalece la idea de que otros factores podrían influir más en la salud del recurso hídrico. Según Escobar (2018), la actividad ganadera y agrícola podría acelerar la depresión del suelo y la sedimentación de las quebradas, potencialmente repercutiendo en la calidad del agua.

11. ¿Ha observado un aumento en la tala de vegetación en la zona? Si es así explique cuales piensa que son las razones de esta actividad en la zona.

Varios encuestados argumentan que la ampliación de áreas destinadas a la agricultura y la ganadería es una razón para la tala de vegetación. Esta respuesta refleja una percepción de que la necesidad de tierras para estas actividades podría estar impulsando la deforestación. Algunos otros participantes mencionan que la tala de vegetación podría estar relacionada con la construcción de viviendas y otras infraestructuras. Finalmente, también señalaron que la tala se realiza para crear más zonas de pastoreo y cultivo. Esto indica una percepción de que la expansión de áreas de producción agrícola y ganadera está influyendo en la deforestación.

12. ¿Las autoridades de la zona han brindado capacitaciones al sector sobre educación ambiental? Si es así explique cuál a ha sido la autoridad responsable de estas y con que periodicidad lo realizan

Los resultados muestran que el GAD de la Parroquia es la autoridad local responsable de proporcionar capacitaciones en educación ambiental al sector. Estas capacitaciones se realizan de manera anual, con el propósito de sensibilizar y educar a la comunidad sobre temas ambientales. La generalidad de los partícipes tiene comprensión de estas capacitaciones, lo que indica una presencia y reconocimiento significativo de esta iniciativa educativa en la comunidad, sin embargo, la mayoría no asiste y existe un pequeño número de participantes que no tiene conocimiento alguno de la existencia de dichas capacitaciones.

13. ¿Su residencia cuenta con sistemas de alcantarillado y agua potable? En caso de no tener alguno explique cómo obtiene agua para sus actividades o donde dirige sus descargas sanitarias.

Los resultados enseñan que la generalidad de las residencias tiene acceso a ambos sistemas de agua potable. Sin embargo, una proporción significativa de participantes indicó que no cuentan con sistemas de alcantarillado en sus viviendas y utilizan pozos sépticos o fosas sépticas para el manejo de las descargas sanitarias. La razón principal que comentaron de este suceso fue porque hace aproximadamente 10 u 8 años se abandonó el proyecto de alcantarillado de la zona dejando a la mayoría de viviendas sin este servicio, las razones las desconocían.

14. ¿Su vivienda o sector cuenta con servicio de recolección de basura? Si es así con que frecuencia se recoge la basura, de lo contrario explicar que sucede con sus desechos domésticos.

Todos los participantes informaron que en sus viviendas existe un servicio de limpieza pública de basura, lo que indica la disponibilidad generalizada de este servicio en la zona. La frecuencia con la que se recoge la basura varía según las respuestas. La mayoría mencionó que la recolección se realiza de manera semanal o cada 15 días, generalmente los sábados. Sin embargo, varios participantes notaron que a veces la recolección no es tan frecuente como se esperaría, lo que lleva a la acumulación de basura, en estos casos, algunos participantes mencionaron que optan por quemar la basura cuando se acumula en exceso.

15. ¿Conoce si existen o existieron descargas ilegales de alguna sustancia o residuos a la quebrada de San Francisco en los últimos años?

La mayoría de los respondientes respondió que no tiene sabiduría acerca de la existencia de descargas ilegales de sustancias o residuos a la Quebrada de San Francisco en los últimos años sin embargo un participante mencionó que tenía conocimiento de una situación pasada en la que se alegaba que existían descargas ilegales de sustancias químicas en la quebrada como una posible venganza por restricciones a la pesca deportiva. Esta respuesta resalta una percepción de posibles conflictos y consecuencias ambientales relacionadas con la actividad humana en la zona.

4.6. Matriz de Leopold

A continuación, se expondrán los criterios que han sido elaborados a partir de una minuciosa revisión bibliográfica enfocada en la zona de estudio.

Tabla 32 Lista de criterios

Recurso	Criterio
Hídrico	Buena calidad del agua
	Invasión de la frontera agrícola
Edáfico	Erosión
	Abundancia de cobertura vegetal
	Contaminación por residuos

Climático	Precipitación optima
	Generación de material particulado
Aire	Generación de ruido
	Emisión de gases contaminantes
Flora	Deforestación
	Utilización del terreno
Fauna	Biodiversidad de aves
	Biodiversidad de mamíferos
Social	Empleo
	Salud
	Educación avanzada

Realizado por: Arias Allyson

A continuación, procederemos a llevar a cabo una evaluación, considerando tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. La evaluación cualitativa se basó en el análisis in situ de las circunstancias actuales del sector de investigación, mientras que la cuantitativa se basó en una escala del 1 al 10, donde 1 representa la ausencia evidente del criterio en la zona y 10 denota una presencia muy marcada.

Tabla 33 Valoración Cualitativa

Recurso	Criterio	Excelente	Muy Buena	Buena	Mala	Pésima
Hídrico	Buena calidad del agua				X	
	Invasión de la frontera agrícola				X	
	Erosión				X	
Edáfico	Abundancia de cobertura vegetal			X		
	Contaminación por residuos				X	
Climático	Precipitación optima			X		
	Generación de material particulado					X
Aire	Generación de ruido					X
	Emisión de gases contaminantes					X

Flora	Deforestación		X
	Utilización del terreno	X	
	Biodiversidad de aves	X	
Fauna	Biodiversidad de mamíferos	X	
	Empleo	X	
Social	Salud	X	
	Educación avanzada		X

Nota: El criterio para la presente valoración cualitativa se realizó con criterios de Excelente y pésimo, siendo excelente si está presente o lo cumple y Pésimo si no está presente o no lo cumple. Realizado por: Arias Allyson

Tabla 34 Valoración cuantitativa

Recurso	Criterio	Valor
Hídrico	Buena calidad del agua	6
	Invasión de la frontera agrícola	5
Edáfico	Erosión	2
	Abundancia de cobertura vegetal	8
	Contaminación por residuos	7
Climático	Precipitación optima	8
	Generación de material particulado	2
Aire	Generación de ruido	2
	Emisión de gases contaminantes	2
Flora	Deforestación	7
	Utilización del terreno	8
Fauna	Biodiversidad de aves	7
	Biodiversidad de mamíferos	7
Social	Empleo	8
	Salud	6
	Educación avanzada	6

Nota: El criterio para la valoración la cuantitativa se basó en una escala del 1 al 10, donde 1 representa la ausencia evidente del criterio en la zona y 10 denota una presencia muy marcada. Realizado por: Arias Allyson

Tras llevar a cabo múltiples visitas de campo y entrevistas con los habitantes locales, se ha confeccionado la siguiente lista de aspectos e impactos ambientales.

Tabla 35 Lista de aspectos e impactos ambientales

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Uso de Canales de Riego	El uso de canales de riego puede disminuir el

	<p>caudal de la quebrada, afectando el equilibrio del ecosistema acuático y asignación de agua para otros usos.</p>
<p>Pastoreo en la quebrada</p>	<p>El pastoreo sin medidas de control puede causar empobrecimiento del suelo y polución del agua con excrementos animales, lo que disminuye la pureza del agua define la viabilidad de la vida submarina.</p>
	<p>La tala de árboles y la degradación del hábitat ribereño pueden llevar a la pérdida de especies vegetales y animales que dependen del ecosistema de la quebrada.</p>
<p>Tala de Árboles</p>	<p>La tala y las actividades agrícolas sin medidas de control pueden resultar en la escorrentía de sedimentos al agua, enturbiándola y afectando la capacidad de los organismos acuáticos para sobrevivir.</p>
	<p>La combustión de basura genera partículas finas en el aire, conocidas como material particulado. Estas partículas pueden ser inhaladas por las personas y tener efectos dañosos en la salud respiratoria, además de contribuir a la formación de la neblina y la reducción de la visibilidad.</p>
<p>Quema de residuos sólidos</p>	<p>La degradación del aire proveniente de la combustión de basura puede tener efectos negativos en los ecosistemas cercanos, afectando la biodiversidad y sanidad vegetal y animal.</p>

Realizado por: Arias Allyson

La matriz de Leopold, construida a partir de la investigación en campo (mediante observación y entrevistas a los habitantes locales), así como el exámenes de la pureza del agua de la quebrada y la información bibliográfica de la zona, estará disponible a continuación:

Tabla 36 Matriz de Leopold (VALORACIONES)

Componente	Factores Ambientales	Actividades	Preparación de los terrenos	Sistema de riego	Fertilización	Agricultura	Ganadería	Generación de residuos domésticos	Tala de vegetación
Físico	Hídrico	Buena calidad del agua	-2	-3	-3	-5	-5	-4	-8
		Invasión de la frontera agrícola	3	3	4	4	4	-2	6
		Erosión	3	3	3	3	3	3	3
	Edáfico	Abundancia de cobertura vegetal	-4	-4	-3	-6	-6	-2	-6
		Contaminación por residuos	4	3	3	5	5	3	5
			-3	-5	-5	-4	-4	-3	-7
	Climático	Precipitación optima	5	5	4	3	3	2	3
		Generación de material particulado	-2	-3	-1	-3	-3	2	2
			2	4	2	2	2	2	2
			-1	3	-1	5	5		
		2	3	1	3	3			
Biótico	Aire	-2	2	-2	-4	-4		2	
	Generación de ruido	2	2	1	3	3		2	
	Emisión de gases contaminantes					3	-2	3	
	Deforestación						2		
							1		
		5	6	6	7	7	-5	8	
Flora	Utilización del terreno	7	5	4	5	5	3	3	
		5	3	6	7	7	1	5	
		5	4	5	4	4	2	3	
Fauna	Biodiversidad de aves	-5	-6	-6	-7	-7	-6	-7	
		5	5	4	5	5	5	5	
		-6	-6	-6	-7	-7	-6	-7	

Biótico	Flora	Emisión de gases contaminantes	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	2	0	
		Deforestación	35	30	24	35	35	-15	24	6	1	29	39	3	5
		Utilización del terreno	25	12	30	28	28	2	15	7	0	27	34	0	0
	Fauna	Biodiversidad de aves	-25	-30	-24	-35	-35	-30	-35	0	7	0	0	34	44
		Biodiversidad de mamíferos	-30	-30	-18	-35	-35	-24	-35	0	7	0	0	32	45
	Socioeconómico	Social	Empleo	36	24	10	40	40	2	15	7	0	26	40	0
Salud			-4	0	-6	-6	-6	-6	0	0	5	0	0	13	11
Educación avanzada		0	0	0	1	1	0	0	2	0	2	2	0	0	
Afectaciones positivas									37	54	122	165	227		
Afectaciones Negativas													178		
RESULTADOS									3,30	4,46	3,30	4,20			

Realizado por: Arias Allyson

Los resultados mostrados en la matriz no sobrepasan el rango de 25 de acuerdo con la indagación exteriorizada en la Tabla 2, que aborda el rango de análisis mediante la Matriz de Leopold, por lo que es posible concluir que el impacto, según los valores establecidos en dicha matriz, resulta ser insignificante, esto se traduce en un impacto bastante bajo.

4.7. Propuesta del Plan de manejo ambiental

4.7.1. Introducción

El Plan de Manejo Ambiental propuesto para la microcuenca de la Quebrada San Francisco ha reconocido la importancia de implementar medidas preventivas y de control destinadas a reducir los efectos ambientales que podrían generar impactos dañinos en un futuro próximo. Se ha dado especial atención a los efectos perjudiciales de las actividades ganaderas y agrícolas, como la erosión del suelo debido a los plaguicidas y los compuestos químicos que en estos presentan, así como la expansión de la confin agrícola para la cría de ganado, que pueden generar consecuencias adversas para el entorno natural.

4.7.2. Justificación

La mayoría de las viviendas cercanas a la microcuenca de la Quebrada San Francisco carecen de un método de alcantarilla convencional, lo que ha resultado en la construcción de pozos sépticos, sin embargo, esta solución ha dado lugar a peligros de permeabilidad de aguas residuales en los acuíferos subterráneos, generando alteraciones en el circundante entorno acuático. Además, la inconsistencia en la recolección de basura, con horarios variables, ha llevado a la quema de desechos por parte de los residentes, ocasionando contaminación atmosférica y del suelo. Sumado a esto, las actividades agrícolas y ganaderas han dejado un impacto negativo, con la erosión del suelo debido a los químicos de los plaguicidas y la ampliación de la frontera agrícola para pastoreo, lo cual amenaza el equilibrio del biósfera natural.

4.7.3. Objetivos

4.7.3.1. *Objetivo general*

Desarrollar estrategias sostenibles en la cuenca hidrográfica de la Quebrada San Francisco con un enfoque tanto económico como ambiental, con el fin de prevenir y reducir la aparición de aspectos ambientales adversos originados por influencias humanas o naturales.

4.7.3.2. *Objetivos Específicos*

- Desarrollar programas de formación comunitaria para promover la conciencia ambiental y fomentar prácticas de cuidado del entorno.
- Instaurar un método de monitoreo regular para valorar la garantía del Plan de Manejo Ambiental y realizar ajustes según sea necesario.
- Reconocer y recompensar a individuos que demuestren prácticas ambientales ejemplares respaldadas por pruebas documentadas.
- Colaborar con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS) en la ejecución de proyectos que involucren maquinaria especializada y personal capacitado en áreas específicas.

4.7.4. Estructura del PMA

A continuación, se muestran los planes detallados correspondientes al Plan de Manejo Ambiental (PMA):

4.7.4.1. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

Tabla 38 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

Objetivo	El objetivo vital de esta indagación se concentra en la prevención y minimización de los impactos negativos sobre los recursos hídricos, edáficos, atmosféricos y bióticos.						
Zona	Barrio de Panzaleo						
Responsable	Moradores del Barrio						
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo	Periodicidad	Costo (USD)
Descarga de aguas residuales	Contaminación de aguas subterráneas.	Instalar letrinas ecológicas en las viviendas cercanas.	Número de letrinas ecológicas instaladas.	Registro fotográfico	1 año	Semestral	Costo total de letrinas = \$500 Costo total de excavación y preparación del sitio= \$1000 Cemento, arena, grava, accesorios, etc.: \$300 Costo laboral para la construcción de letrinas: \$500 TOTAL: 2300\$
		Implementar	Reducción de	Pruebas de	2 semanas	Mensual	\$500 en

		procedimientos de saneamiento de aguas residuales comunitarios como filtros de Arena y Grava	turbidez y agentes indeseables en el agua tratada	turbidez y análisis químicos antes y después del filtro			materiales \$300 en capacitaciones de manejo TOTAL = \$800.
Pastoreo frecuente en las orillas de la quebrada	Desgaste del suelo, degradación de la vegetación ribereña y aumento de la sedimentación en la quebrada.	Rotación de pastoreo: Dividir el área en parcelas y alternar el pastoreo en diferentes parcelas para permitir la recuperación de la vegetación.	Superficie de áreas designadas para pastoreo controlado.	Mapeo y registro de áreas degradadas.	6 meses	Trimestral	Señalización y marcadores para áreas de pastoreo controlado: \$200. Capacitación de la comunidad en técnicas de pastoreo sostenible: \$500. Monitoreo y seguimiento de áreas: \$300 TOTAL = 1000\$
		Descanso de áreas: Designar periodos en los que las áreas de pastoreo se mantendrán sin pastoreo para	Porcentaje de cobertura vegetal en áreas de pastoreo controlado.	Fotografías aéreas o imágenes satelitales para evaluar la cobertura vegetal, y visitas de campo para evaluar la	6 meses	Trimestral	

		permitir la regeneración.		recuperación de las áreas de pastoreo controlado.			
Deforestación para pastoreo y agricultura	Destrucción de ecosistemas y el descenso de la biodiversidad.	Fomentar la siembra de árboles y cultivos juntos en parcelas.	Proporción de área boscosa en áreas de sistemas agroforestales.	Imágenes satelitales o fotografías aéreas para evaluar la cobertura forestal.	1 año	Anual	Promoción de sistemas agroforestales (capacitación y suministro de plántulas): \$800. Señalización y marcadores para áreas de conservación: \$150. Monitoreo de biodiversidad: \$500 TOTAL = 1450\$
		Designar áreas específicas a lo largo de la quebrada para la conservación.	Proporción de área boscosa y número de especies en áreas de conservación.	Censos de biodiversidad realizados por expertos o miembros de la comunidad.	6 meses	Semestral	

Nota: El Plan de Prevención y Mitigación de Impactos tiene un costo aproximado de \$5550. Realizado por: Arias Allyson

4.7.4.2. Plan de Manejo de Desechos

Tabla 39 Plan de Manejo de Desechos

Objetivo	Mejorar la gestión de desechos sólidos en la quebrada para prevenir la acumulación inadecuada de basura y reducir el impacto dañino en el biósfera ambiental.						
Zona	Barrio de Panzaleo						
Responsable	Moradores del Barrio						
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo	Periodicidad	Costo (USD)
Acumulación de desechos por falta de recolección frecuente	Contaminación visual, proliferación de vectores y malos olores.	Contactar al servicio de recolección para discutir y acordar una frecuencia de recolección más adecuada.	Número de veces que se incrementó o regularizo la frecuencia de recolección.	Registro de acuerdos y comunicaciones con el servicio de recolección.	3 meses	Trimestral	Realizar llamadas y reuniones con representantes del servicio de recolección para discutir la mejora en la frecuencia: \$100 (transporte y comunicaciones). Preparación de documentos y propuestas para la negociación: \$50 (impresión y

							materiales). Tiempo invertido por el equipo para coordinar y llevar a cabo las reuniones: \$150 (mano de obra). TOTAL = 300\$
		Realizar talleres y charlas educativas para promover prácticas adecuadas de separación de residuos y disposición.	Cifra de personas de la comunidad que asistieron a talleres y charlas educativas	Control de asistencia de talleres y charlas.	6 meses	Anual	Diseño y producción de materiales de comunicación (folletos, carteles, etc.): \$150. Organización de los talleres (personal y lugar de la reunión): 700\$ TOTAL = 850\$
Quema de desechos en casos de acumulación	Emisiones de gases tóxicos y contaminación del aire debido a	Realizar campañas de educación para concientizar a la	Volumen total de residuos separados para reciclaje en un	Registro de la cantidad de materiales reciclables	6 meses	Trimestral	Diseño y producción de materiales educativos

	la quema inadecuada de basura.	comunidad sobre la escala de la ausencia de residuos en categorías reciclables y orgánicos.	período determinado.	recolectados en cada período.			(folletos, carteles, etc.): \$150. Organización y realización de talleres y charlas educativas: \$500. Impresión de materiales promocionales y folletos: \$50. TOTAL = 700\$
		Identificar, comunicar y sensibilizar a la comunidad sobre áreas estratégicas para ubicar puntos de recolección temporal de basura acumulada.	Número de veces que los puntos de recolección temporal son utilizados por la comunidad.	Fotografías de los puntos de recolección con basura acumulada de manera adecuada.	3 meses	Mensual	Adquisición, distribución y colocación de los contenedores en puntos estratégicos: \$550 (mano de obra).
Generación de residuos	Acumulación y descomposición	Organizar talleres prácticos sobre la	Número de miembros de la	Registro de asistencia a	3 meses	Mensual	Organización de talleres prácticos

orgánicos	de residuos orgánicos que genera olores desagradables y atrae plagas y vectores.	creación de abono a partir de residuos orgánicos.	comunidad que participaron en los talleres.	talleres y actividades prácticas.			sobre la producción de abono: \$500. Adquisición de materiales para la producción de abono (recipientes, herramientas, etc.): \$150. TOTAL = 650\$
-----------	--	---	---	-----------------------------------	--	--	--

Nota: El Plan de Manejo de Desechos tiene un costo aproximado de \$3050. Realizado por: Arias Allyson

4.7.4.3. Plan de Relaciones Comunitarias

Tabla 40 Plan de Relaciones Comunitarias

Objetivo	Fortalecer las relaciones comunitarias y promover la colaboración activa de los habitantes en la preservación y administración sostenible de la quebrada y su entorno, fomentando la educación ambiental y la colaboración en las actividades locales.						
Zona	Barrio de Panzaleo						
Responsable	Moradores del Barrio						
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo	Periodicidad	Costo (USD)
Falta de participación en charlas de educación	Desconocimiento y falta de conciencia sobre la importancia de	Consultar con la comunidad para determinar horarios y lugares	Cantidad de personas que asisten a talleres y se involucran en	Registro de asistencia y participación en talleres y	6 meses	Semestral	Desarrollo y adaptación de materiales educativos:

ambiental	la conservación ambiental	de preferencia para la realización de charlas.	actividades prácticas.	actividades.			\$200. Organización de talleres y nuevas charlas: \$600. TOTAL = 800\$
Falta de conexión entre las actividades locales y la conservación de la quebrada	Prácticas agrícolas y ganaderas insostenibles, así como en la escases de comprensión sobre el impacto de dichas actividades en el entorno de la quebrada.	Ofrecer capacitaciones sobre técnicas de manejo agrícola y ganadero que reduzcan el impacto ambiental.	Número de agricultores y ganaderos que adoptan técnicas sostenibles.	Registro de participantes en las capacitaciones y seguimiento de la implementación.	6 meses	Anual	Diseño y realización de capacitaciones en prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles: \$200. Visitas de seguimiento a los participantes para monitorear la implementación: \$100. Materiales educativos y recursos para las capacitaciones:

							\$100. TOTAL = 400\$
Falta de conocimiento sobre la existencia de charlas de educación ambiental	Disminución en la conciencia ambiental de la comunidad y en la amparo de habilidades sostenibles.	Proporcionar material promocional a los líderes para que lo compartan con la comunidad.	Cifra de líderes involucrados en la difusión de la información.	Documentos que detallen la colaboración y la retroalimentación de los líderes.	2 meses	Mensual	Material promocional y apoyo a líderes locales: \$200.

Nota: Plan de Relaciones Comunitarias tiene un costo aproximado de \$1400. Realizado por: Arias Allyson

4.7.4.4. Plan de Contingencias y Emergencias

Tabla 41 Plan de Contingencias y Emergencias

Objetivo	Establecer un plan de contingencias y emergencias que permita responder de manera rápida y efectiva a situaciones ambientales imprevistas o eventos de riesgo que puedan causar daños al entorno de la quebrada y poner en peligro la salud y seguridad de la comunidad local, considerando las actividades de agricultura y ganadería presentes en la zona rural.						
Zona	Barrio de Panzaleo						
Responsable	Moradores del Barrio						
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo	Periodicidad	Costo (USD)
Inundaciones por lluvias intensas	Daño a infraestructuras y cultivos, erosión de suelos y pérdida de	Realizar un análisis de las zonas con mayor riesgo de inundación y	Mapa que identifica las áreas propensas a inundaciones y las rutas seguras de	Documento visual que muestra las áreas de riesgo y las rutas seguras.	4 meses	Anual	Contratación de profesionales en geografía o hidrología para el análisis de

	hábitats naturales	diseñar rutas de evacuación seguras.	evacuación.				zonas inundables y diseño de rutas de evacuación: \$900. Materiales para la cartografía y producción del mapa de zonas inundables y rutas de evacuación: \$200. TOTAL=1100\$
		Implementar sistemas de drenaje adecuados para canalizar el agua de lluvia lejos de áreas vulnerables.	Documentación de las mejoras realizadas en barreras de contención y sistemas de drenaje.	Fotos antes y después de las mejoras realizadas. Informes de seguimiento de las obras realizadas.	8 meses	Semestral	Materiales de construcción para barreras de contención (muros, rocas, etc.): \$300. Materiales para sistemas de drenaje: \$250. Contratación de mano de obra

							para la construcción: \$750. TOTAL=1300\$
Incendios forestales	Destrucción de vegetación, pérdida de biodiversidad y liberación.	Establecer zonas libres de vegetación como cortafuegos para prevenir la propagación de incendios.	Medición de la superficie total de cortafuegos y áreas de control establecidas.	Mapas y registros geográficos que muestran los cortafuegos.	6 meses	Semestral	Equipos y herramientas para establecer cortafuegos (hachas, palas, motosierras, etc.): \$300. Señalización y marcadores para delimitar áreas de control: \$100. TOTAL = 400\$
		Fomentar la educación comunitaria sobre prácticas seguras de manejo de fuego y prevención de incendios.	Número de miembros de la comunidad que participan en las capacitaciones sobre prevención y extinción de incendios.	Registro de participantes en las capacitaciones y registros de asistencia.	8 meses	Anual	Materiales educativos (folletos, presentaciones, materiales de capacitación): \$150. Organización de

							prácticas de prevención y capacitaciones (alquiler de espacios, materiales didácticos): \$750. TOTAL = 900\$
Deslizamientos de tierra	Obstrucción del cauce	Realizar programas de reforestación para aumentar la cobertura vegetal y mejorar la retención del suelo.	Medición de la superficie total en la que se implementaron técnicas de conservación del suelo.	Fotos antes y después de la implementación de terrazas y reforestación.	9 meses	Semestral	Compra de plantas y árboles nativos: \$300. Preparación del suelo. Abono y mano de obra: \$650. TOTAL = 950\$
Emergencias de salud por contaminación del agua	Enfermedades y riesgos para la salud de la comunidad	Establecer un programa de monitoreo que evalúe constantemente la calidad del agua para detectar	Registro de los análisis de laboratorio que evalúan la presencia de contaminantes en el agua.	Documentación de los informes de laboratorio con los resultados de los análisis.	4 meses	Trimestral	Medidores de calidad del agua: \$250. Kits de análisis químicos y microbiológicos: \$300

		contaminantes					Talleres y capacitación para la comunidad: 650\$ TOTAL = 1200\$
--	--	---------------	--	--	--	--	---

Nota: Plan de Relaciones Comunitarias tiene un costo aproximado de 5850\$. Realizado por: Arias Allyson

4.7.4.5. *Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas*

Tabla 42 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas

Objetivo	Desarrollar un conjunto de estrategias destinadas a lograr una mejoría y rehabilitación efectiva de las áreas impactadas afectadas, considerando tanto plazos inmediatos como a mediano y largo plazo.						
Zona	Barrio de Panzaleo						
Responsable	Moradores del Barrio						
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo	Periodicidad	Costo (USD)
Pérdida de suelo por deforestación y erosión	Desgaste del suelo, sedimentación en la quebrada	Establecer terrazas en pendientes pronunciadas para reducir la erosión.	Medición de la superficie total en la que se construyeron terrazas.	Fotos antes y después de la construcción de terrazas.	8 meses	Semestral	Madera para la construcción de las terrazas: \$220. Herramientas (hachas, palas, etc.): \$140. Clavos y otros suministros:

							<p>\$140</p> <p>Trabajo de construcción de las terrazas (mano de obra local): \$750.</p> <p>TOTAL = 1250\$</p>
Contaminación del agua por actividades agrícolas y ganaderas	Degradación de la calidad del agua, riesgo para la salud humana y la vida acuática	Capacitar a los agricultores y ganaderos en prácticas sostenibles y de manejo adecuado.	Porcentaje de agricultores y ganaderos capacitados que adoptan prácticas sostenibles.	Registros de asistencia a talleres de capacitación y adopción de prácticas sostenibles.	Anual	Semestral	<p>Diseño y preparación de materiales didácticos: \$100.</p> <p>Impresión de folletos y guías: \$150.</p> <p>Alquiler de espacio para talleres: \$250.</p> <p>Alimentos y refrigerios para participantes: \$190.</p> <p>Honorarios para expertos</p>

							en prácticas sostenibles: \$500. TOTAL = 1190\$
Cambios en el uso del suelo	Pérdida de cobertura vegetal.	Identificar áreas degradadas y promover la restauración de hábitats naturales.	Medición de la superficie total de áreas restauradas y mejoradas.	Registros de planificación y ejecución de proyectos de restauración.	Anual	Semestral	Realización de estudios de campo y evaluaciones: \$200. Herramientas y equipos para evaluaciones: \$250. Compra de plantas nativas para restauración: \$390. Preparación del suelo y abono: \$250. Trabajo de plantación y mantenimiento:

							\$700. TOTAL = 1790\$
--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------

Nota: Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas tiene un costo aproximado de 4290\$. Realizado por: Arias Allyson

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El análisis de la línea base en el cantón Mejía revela aspectos cruciales en sus componentes socioeconómicos, abióticos y bióticos. La geología muestra una diversidad marcada, con materiales volcánicos de distintas épocas y suelos diversos que impactan la textura y composición del suelo. El clima, definido por la altitud y la geografía montañosa, genera variaciones en temperatura y precipitación, afectando los entornos naturales y la hidrología. La flora y fauna enfrentan desafíos por la deforestación y cambios al uso del suelo, afectando la biodiversidad. En lo socioeconómico, educación y salud están en desarrollo, con variaciones en servicios. La población tiene equilibrio de género y una mayoría joven, con la agricultura, ganadería y manufactura como principales actividades económicas. En conjunto, estos hallazgos muestran la interrelación entre los componentes naturales y humanos que influyen en el desarrollo del cantón Mejía.
- Tras investigar con visitas de campo y entrevistas locales, se evaluaron múltiples impactos ambientales en la quebrada. El uso de canales de riego, pastoreo sin control, tala de árboles y actividades agrícolas amenazan la biodiversidad acuática y la calidad del agua. La quema de residuos afecta la salud humana y el entorno. A pesar de estos hallazgos, la estimación mediante la Matriz de Leopold enseña que los impactos identificados se encuentran dentro de un rango de hasta 25, sugiriendo una consideración insignificante en la matriz. Esto indica un bajo nivel de efectos adversos en la quebrada según este enfoque de evaluación.
- Se observó que la Tabla 34 revela datos preocupantes sobre la calidad del agua en la Quebrada San Francisco, con un Índice de Calidad del Agua (ICA) que varía entre niveles regulares y deficientes en tres puntos de muestreo. Estos valores indican una

calidad insatisfactoria debido a las actividades humanas cercanas, evidenciando un impacto negativo en el cuerpo de agua. Según SNET (2022), esta situación no solo alerta sobre la inutilidad del agua para varios propósitos, incluyendo aspectos económicos clave, sino también plantea riesgos para la salud humana. Esto subraya la urgente necesidad de una supervisión y gestión de los elementos hídricos para abordar estos problemas y asegurar la preservación de la calidad del agua y el vigor de la comunidad.

- El análisis detallado de los suelos en los puntos de muestreo bajo, medio y alto ha revelado una prevalencia significativa de arena en todas las áreas. En el punto bajo, la arena gruesa constituye el componente más destacado, con 72.38% del peso total de la muestra, de manera similar, tanto en el punto medio como en el punto alto, la arena gruesa también domina, representando el 39.14% y el 38.23% del peso total de las respectivas muestras. Este alto contenido de arena en los suelos ofrece ventajas notables, como una mejor aireación, capacidad de infiltración mejorada y menor susceptibilidad a la compactación. Estas cualidades favorecen el crecimiento saludable de las plantas y contribuyen a la vitalidad del ecosistema circundante. El estudio de los suelos y su composición revela su importancia integral en la promoción de la salud vegetal y el equilibrio ambiental, subrayando la relevancia de la gestión y conservación adecuada de estos recursos naturales (Stivers, 2023).
- El análisis de las respuestas de los encuestados revela percepciones variadas sobre la Quebrada de San Francisco. La mayoría de los encuestados rara vez la visitan, aunque hay un grupo que la valora altamente. Las actividades en la quebrada son diversas, desde tránsito hasta uso agrícola y ganadero. La preocupación principal radica en la calidad del agua, con una mayoría notando su deterioro y cambios en turbidez y cantidad. Las prácticas agrícolas y ganaderas dividen opiniones sobre su impacto,

pero hay conciencia sobre la deforestación y erosión del suelo. La educación ambiental y los servicios básicos varían en calidad. Estos resultados resaltan la insuficiencia de una gestión cuidadosa y sostenible de la Quebrada de San Francisco, enfocándose en educación, conservación y mitigación de impactos ambientales para preservar este entorno crucial.

- El Plan de Manejo Ambiental se centra en el barrio Panzaleo, priorizando la salvaguardia del agua y el suelo, esto se muestra a través de la implementación de medidas que abordan el pastoreo en las riberas de la quebrada, las prácticas agrícolas y ganaderas, así como la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos. El enfoque de este plan es afirmar la sostenibilidad ambiental en la zona, minimizando los impactos negativos derivados de diversas actividades humanas.

5.2. Recomendaciones

- Dado que la educación ambiental y el ingreso a servicios básicos varían en alcance y efectividad, se sugiere tomar un enfoque en el que promueva más la educación ambiental en la comunidad. Talleres, charlas y programas educativos podrían ayudar a agranda la razón sobre la importancia de la Quebrada San Francisco y fomentar experiencias responsables entre la población local.
- Ante los alarmantes datos sobre la calidad del agua en la quebrada, es sumamente importante establecer un programa de monitoreo constante de la calidad del agua. Esto permitirá identificar cambios a lo largo del tiempo, evaluar la eficacia de las medidas implementadas y tomar operaciones correctoras de una manera acertada. Además, la asistencia con autoridades y expertos en la gestión del agua puede proporcionar recursos y conocimientos adicionales.
- Dado que las actividades agrícolas están entre las primordiales actividades económicas desarrolladas en el barrio de Panzaleo se recomienda fomentar la

adopción de prácticas agrícolas sostenibles. Esto incluye la implementación de sistemas de rotación de cultivos, el uso responsable de fertilizantes y pesticidas, y la difusión de técnicas de conservación del suelo para reducir la erosión y la contaminación del agua.

- El Plan de Manejo Ambiental centrado en el barrio Panzaleo es una estrategia importante para abordar los problemas identificados. Sin embargo, es esencial que este plan sea dinámico y adaptable. Se recomienda un proceso continuo de valoración y modernización del plan en función de los resultados del monitoreo y de los cambios en la situación ambiental y social. Además, la inclusión de la comunidad local en la organización y toma de decisiones puede aumentar la efectividad y el compromiso con las medidas propuestas.

6. BIBLIOGRAFÍA

AGQ Labs , C. (03 de febrero de 2017). agqlabs.co. Obtenido de LA IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS: <https://agqlabs.co/2017/02/03/la-importancia-del-analisis-suelos-agricolas/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20suelos%20agr%C3%ADcolas%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20compleja%20que,mide%20su%20disponibilidad%20para%20la>

AECID, L. A. (07 de marzo de 2022). www.iagua.es. Obtenido de Conservación de cuencas hidrográficas para la preservación de la vida salvaje en LATAM y el Caribe: <https://www.iagua.es/noticias/aecid/conservacion-cuencas-hidrograficas-preservacion-vida-salvaje-latam-y-caribe/#:~:text=Los%20planes%20de%20conservaci%C3%B3n%20de,el%20saneamiento%20de%20las%20poblaciones.>

AGROCALIDAD. (15 de enero de 2018). INSTRUCTIVO INT/SFA/12 MUESTREO PARA ANÁLISIS DE AGUAS. Obtenido de www.agrocalidad.gob.ec: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua5.pdf>

Baeza Gómez, E. (27 de noviembre de 2014). obtiencorreo.bcn.cl. Obtenido de Calidad del Agua : <https://obtiencorreo.bcn.cl/obtiencorreo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>

BARROS SULCA, D., & SALTOS ABRIL, E. (2010). ESTUDIO Y PROPUESTA DE GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES EN EL CANTÓN MEJÍA. Obtenido de repositorio.puce.edu.ec/:

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9625/doc_general.pdf?sequence=1

Bohórquez , L. (diciembre de 2013). Diseño de la línea de conducción complementaria, para el sistema de abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía, a partir de la concesión de las aguas Velo de Novia, sector los Ilinizas. Obtenido de repositorio.uide.edu.ec: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2091/1/T-UIDE-1209.pdf>

Bravo Peralta, A. (2019). Propuesta de manejo integral para la microcuenca hidrográfica del río Burgay bajo, provincia del Cañar. Obtenido de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17934>

Cachago Paillacho, M. J., & Córdor Caiza, J. L. (2023). PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA EL RÍO SAN PEDRO, CANTÓN MEJÍA. Obtenido de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24442/1/TTS1216.pdf>

CAPTAGUA CIA. LTDA. (2014). ESTUDIOS DE PROSPECCION GEOFISICA PARA LA INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, REALIZADOS EN PREDIOS DE LA "HDA. EL OBRAJE", DONDE SE VA A CONSTRUIR LA PLANTA INDUSTRIAL DE ARCA, LOCALIZADOS EN EL SECTOR DEL BARRIOTO. DOMINGO, CERCANO A LA POBLACION DE M. Obtenido de www.arcacontal.com: https://www.arcacontal.com/media/176565/anexo_a.pdf

CHAVEZ MENDOZA, M., & LECHÓN CATUCUAMBA, K. (febrero de 2023). ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA PUCARÁ,

PARROQUIA ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA. Obtenido de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24411>

Córdova, M. (30 de abril de 2016). Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas. Obtenido de www.prontubeam.com: https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26

Cruz Mínguez , V., Gallego Martín, E., & González de Paula , L. (2009). eprints.ucm.es. Obtenido de SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>

Dellavedova, M. (2010). blogs.ead.unlp.edu.ar. Obtenido de GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: <https://blogs.ead.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/Ficha-N%C2%BA-17-Gu%C3%ADa-metodol%C3%B3gica-para-la-elaboraci%C3%B3n-de-una-EIA.pdf>

Ecuador, A. N. (20 de octubre de 2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Obtenido de www.defensa.gob.ec: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Ecuador, A. N. (2008). www.defensa.gob.ec. Obtenido de CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR : https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

El Ministerio del Ambiente. (abril de 2018). El Código Orgánico del Ambiente. Obtenido de site.inpc.gob.ec: <https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO%20AL%20CODIGO%20ORGANICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf>

Escobar, S. (2018). Caracterización del paisaje del Valle de Machachi (Ecuador), y análisis de su evolución reciente (1940-2015). Obtenido de [diposit.ub.edu: https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/127010/8/SEZ_TESIS.pdf](https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/127010/8/SEZ_TESIS.pdf)

GREENLEAF CIA. LTDA. (2016). Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión La Calera – Nueva Machachi y Subestación Nueva Machachi. Obtenido de [www.eeq.com.ec:](http://www.eeq.com.ec)
<http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/12560645/EIA+L%C3%ADnea+de+Transmisi%C3%B3n+La+Calera/2a1e615b-b31c-422b-bae6-23026c88b159>

GUAIGUA GUANOPATIN, D., & YAMBAY GUANOLUISA, E. (2011). CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO, DRENAJE PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA EL BARRIO “PANZALEO”, EN LA PARROQUIA DE MACHACHI EN EL CANTÓN MEJÍA PROVINCIA DE PICHINCHA. Obtenido de [repositorio.espe.edu.ec:](https://repositorio.espe.edu.ec)
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3603/1/T-ESPE-031336.pdf>

IDEAM, I. A. (07 de mayo de 2013). www.ideam.gov.co. Obtenido de Formato Común de Hoja Metodológica de Indicadores Ambientales Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA):
<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/646961/3.21+HM+Indice+calidad+agua+FI.pdf/cd2bbf44-1ab6-4f17-b914-ebca1b46454e>

IGM, I. M. (enero de 2013). CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA BÁSICA DEL IGM DE LIBRE ACCESO. Ecuador.

MAZA, J. (2017). CUANTIFICACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE IONES DE FOSFATO EN DOS CUENCAS ANDINAS ALTAS DEL SUR DEL

ECUADOR. Obtenido de [dspace.ups.edu.ec:](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14968/1/UPS-CT007384.pdf)
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14968/1/UPS-CT007384.pdf>

MEJÍA, G. A. (2020). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON MEJÍA. Obtenido de [www.municipiodemejia.gob.ec:](http://www.municipiodemejia.gob.ec)
<https://municipiodemejia.gob.ec/assets/PDOT.pdf>

Méndez, L., & Sigcha, A. (Febrero de 2023). dspace.ups.edu.ec. Obtenido de Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la microcuenca de la quebrada Cumbiteo, parroquia Aloasí, cantón Mejía, provincia de Pichincha:
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24419>

Michelle, V., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Carina, C., Ortiz, L., & Araque, M. (Julio de 2019). dspace.ups.edu.ec. Obtenido de Cuencas Hidrográficas:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2019). Geoportal del Agro Ecuatoriano. Obtenido de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>

Ministerio del Ambiente. (04 de Noviembre de 2015). Edición Especial N° 387 - Registro Oficia-097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria. Obtenido de [www.gob.ec:](http://www.gob.ec) https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf

Ministerio del ambiente. (2017). CÓDIGO ORGÁNICO ADMINISTRATIVO. Obtenido de [www.gobiernoelectronico.gob.ec:](http://www.gobiernoelectronico.gob.ec) <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2020/11/COA.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2017). TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE. Obtenido de www.ambiente.gob.ec: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Moreno Ramón, H., Ibáñez Asensio, S., & Gisbert Blanquer, J. (2011). ANDISOLES. Obtenido de riunet.upv.es: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13676/Andisoles.pdf>

Nizama, M. (31 de marzo de 2018). es.slideshare.net. Obtenido de Guia para la elaboracion e interpretacion de la matriz de leopold: <https://es.slideshare.net/deanmartinnizamaduqu/306861361-guiaparalaelaboracioneinterpretaciondelamatrizdeleopold>

OVACEN. (28 de febrero de 2018). ecosistemas.ovacen.com. Obtenido de Factores bióticos; Tipos, relaciones, ejemplos y concepto biótico: <https://ecosistemas.ovacen.com/biocenosis/bioticos/#:~:text=Los%20componentes%20bi%C3%B3ticos%20son%20todos,y%20desarrollo%20de%20las%20plantas.>

Peralta, A. (2019). PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA MICROCUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BURGAY BAJO, PROVINCIA DEL CAÑAR. Obtenido de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17934/1/UPS-CT008499.pdf>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (16 de noviembre de 2011). definicion.de. Obtenido de Quebrada - Qué es, definición y concepto: <https://definicion.de/quebrada/>

Presidencia de la República del Ecuador. (2010). CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL. Obtenido de www.cpccs.gob.ec: <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>

Rincon, J. (2023). es.scribd.com. Obtenido de Definición de Plan de Manejo Ambiental:
<https://es.scribd.com/document/398849143/1-Definicion-de-Plan-de-Manejo-Ambiental-docx#>

SNET, S. (2022). Índice de Calidad del Agua General “ICA”. Obtenido de www.snet.gob.sv:
<https://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

Spark, W. (2023). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Machachi Ecuador. Obtenido de es.weatherspark.com: <https://es.weatherspark.com/y/20033/Clima-promedio-en-Machachi-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#:~:text=En%20Machachi%2C%20la%20temporada%20de,m%C3%A1s%20de%2020%20%C2%B0C.>

Stivers, L. (06 de enero de 2023). Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos. Obtenido de extension.psu.edu: <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos>

UCAR-PROSAP, R. A.–M. (2016). MEJORA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL BENAVIDEZ – GRAL. 9 DE JULIO. Obtenido de www.prosap.gob.ar:
<http://www.prosap.gob.ar/docs/SJuanCanalBenavidez-EIAS.pdf>

Verd Crespí, J. (2023). dialnet.unirioja.es. Obtenido de RECURSOS PARA LAS CTMA: LA MATRIZ DE LEOPOLD, UN INSTRUMENTO PARA ANALIZAR NOTICIAS DE PRENSA DE TEMATICA AMBIENTAL:
<https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88684/132833>

7. ANEXOS

ANEXO 1 Puntos de Muestreo



ANEXO 2 Muestras de agua





ANEXO 4 Muestras de agua para el análisis de laboratorio



ANEXO 5 Análisis de fosfatos en las muestras de agua



ANEXO 6 Colocación de muestras de suelo en el tamiz



ANEXO 7 Pesaje de las muestras de suelo



ANEXO 8 Encuestas a los habitantes del barrio de panzaleo



ANEXO 9 Enlace de la encuesta realizada

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSev9vbO2r6rXfsgvXRgl7dZWbQYraAncA7pSREQE7we6jPNw/viewform>

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

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

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

ANEXO 11 Libro VI Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) tabla 3 los Criterios de Calidad admitidos para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, así como en aguas marinas y de estuario

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Máxima 200	Máxima 3200	Máxima 3200

ANEXO 12 Libro VI Anexo 1, (2017), se presenta en la tabla 2 de Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
			saturación y no menor a 6 mg/l

ANEXO 13 Preguntas de encuesta de ámbito cerrado/opción múltiple

¿Con que frecuencia visita la quebrada de San Francisco?

- Casi Nunca
- Poca Frecuencia
- Muy frecuentemente

¿Qué tipo de ganado se cría principalmente en la zona?

- Bovinos y equinos (vacas, toros y caballos)
- Caprinos y Porcinos (cabras, ovejas y cerdos)

¿Cree que las actividades agrícolas/ganaderas que se realizan en la zona afectan la calidad de agua de la quebrada de San Francisco

- Si
- No

¿Cuál de las siguientes prácticas agrícolas piensa usted que se llevan a cabo mayoritariamente en la zona?

- Agricultura
- Ganadería

¿Cree que la construcción de sistemas de riego ha afectado la calidad de agua de la quebrada de San Francisco?

- Si
- No

¿Qué tipo de fertilizantes se utilizan principalmente en los cultivos?

- Fertilizantes orgánicos
- Fertilizantes químicos

¿Qué tipo de métodos se utilizan para controlar las plagas de los cultivos?

- Control Biológicos
- Control químico
- Control físico o mecánico (trampas, barreras físicas, destruir nidos)
- MIP (Manejo Integrado de Plagas)

ANEXO 14 Preguntas de encuesta de ámbito abierto/respuesta libre

¿Qué actividades realiza en la quebrada de San Francisco?

Tu respuesta

¿Ha observado un aumento en la tala de vegetación en la zona? Si es así explique cuales piensa que son las razones de esta actividad en la zona.

Tu respuesta

¿Su residencia cuenta con sistemas de alcantarillado y agua potable? En caso de no tener alguno explique como obtiene agua para sus actividades o donde dirige sus descargas sanitarias.

Tu respuesta

¿Ha notado usted algún cambio en la calidad del agua en los últimos años en la quebrada de San Francisco? En caso de haber notado alguno, indique cuales.

Tu respuesta

¿Las autoridades de la zona han brindado capacitaciones al sector sobre educación ambiental? Si es así explique cual a ha sido la autoridad responsable de estas y con que periodicidad lo realizan

Tu respuesta

¿Su vivienda o sector cuenta con servicio de recolección de basura? Si es así con que frecuencia se recoge la basura, de lo contrario explicar que sucede con sus desechos domésticos.

Tu respuesta

¿Conoce si existen o existieron descargas ilegales de alguna sustancia o residuos a la quebrada de San Francisco en los últimos años?

Tu respuesta

ANEXO 15 Preguntas sobre la flora y fauna (encuesta)

¿Cuáles son los animales mas comunes de la zona?

Tu respuesta

¿Cuáles son las plantas mas comunes de la zona?

Tu respuesta
