



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA
QUEBRADA LOS FLORES, CANTÓN IBARRA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Línea de investigación: Biotecnología, energía y recursos naturales
renovables

AUTOR:

KEVIN ALFREDO ALAVA MENDOZA

DIRECTOR:

Eleonora Melissa Layana Bajaña MSc.

Ibarra – Ecuador 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA QUEBRADA LOS FLORES, CANTÓN IBARRA

Trabajo de titulación revisada por el Comité Asesor, previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

MSc. Melissa Layana
DIRECTORA



(Firma)

PhD. Renato Oquendo
ASESOR



(Firma)

**IBARRA - ECUADOR
ENERO, 2026**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1720667425	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	ALAVA MEDOZA KEVIN ALFREDO	
DIRECCIÓN:		Sánchez y Cifuentes entre Velazco y Pedro Mocayo, Ibarra	
EMAIL:		alava.medoza.kevin.alfredo@gmail.com , kalava@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		06723471	TELÉFONO MÓVIL: 0995955876

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA QUEBRADA LOS FLORES, CANTÓN IBARRA
AUTOR (ES):	ALAVA MEDOZA KEVIN ALFREDO
FECHA: DD/MM/AAAA	16/01/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ASESOR /DIRECTOR:	Layana Bajaña Eleonora Melissa MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero de 2026

EL AUTOR: ALAVA MENDOZA KEVIN ALFREDO



Firmado electrónicamente por:
**KEVIN ALFREDO ALAVA
MENDOZA**

(Firma).....

Validar únicamente con FirmaSC

Nombre: ALAVA MENDOZA KEVIN ALFREDO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor ALAVA MENDOZA KEVIN ALFREDO, con cédula de identidad Nro. 172066742-5, bajo mi supervisión en calidad de director.



MSc. Layana Bajaña Eleonora Melissa
DIRECTORA

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero de 2026.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme fortaleza, salud y claridad durante todo el desarrollo de este trabajo de titulación.

Expreso mi profunda gratitud a la Universidad Técnica del Norte, y en particular a la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, por la formación académica, ética y profesional que recibí a lo largo de mi trayectoria universitaria.

Agradezco sinceramente a mi directora de tesis y a mi asesor, cuyos conocimientos técnicos, guía metodológica y acompañamiento constante fueron fundamentales para la consolidación de esta investigación sobre la evaluación de impacto ambiental en la Quebrada Los Flores.

Mi reconocimiento más especial es para mi familia, que ha sido el soporte principal en este logro. A mi madre, Daysi Mendoza, por su dedicación, esfuerzo y amor incondicional; a mi padre, Alfredo Álava, por ser un ejemplo constante de disciplina y perseverancia; y a mis hermanos, por su compañía, comprensión y motivación constante durante este proceso.

Extiendo mi agradecimiento a mi pareja, por su paciencia, apoyo emocional y motivación permanente, especialmente en los momentos de mayor exigencia académica. Su presencia ha sido clave para mantenerme firme hasta alcanzar esta meta.

Finalmente, agradezco a las instituciones que colaboraron en este trabajo, como el Ministerio de Ambiente y Energía, de manera especial a las Ingenieras Estefanía Andrade y Cristina Valles; así como a los moradores que participaron en las actividades de campo y a todas las personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a la realización de esta investigación.

KEVIN ALFREDO ALAVA MENDOZA

DEDICATORIA

A mi madre, Daysi Mendoza, con todo mi amor. Aunque la distancia a veces nos separe, tu presencia siempre ha sido mi mayor fuerza. Cada paso en este camino estuvo acompañado por tus palabras, tu voz y tu cariño, que llegaban a mí incluso cuando no estabas físicamente cerca. Gracias por tus sacrificios, tus oraciones y tu apoyo incondicional. Tus enseñanzas me mostraron que ningún obstáculo es más grande que la voluntad de seguir adelante. Este logro también es tuyo, porque tu esfuerzo, tu guía y tu amor me sostuvieron cuando las fuerzas flaqueaban. La distancia nunca ha sido un límite para sentirte cercana a mí.

A mi padre, Alfredo Álava, por su guía constante y por ser un ejemplo de trabajo, disciplina y compromiso. Gracias por brindarme tu apoyo y por ser un pilar firme en mi crecimiento personal y profesional.

A mi pareja, por su paciencia, su apoyo emocional y por creer en mí en los momentos más difíciles. Gracias por caminar a mi lado y por ser una parte fundamental de este proceso.

A mi familia en general y a mis amigos, quienes con sus palabras, gestos y ánimo aportaron de manera significativa durante esta etapa. Cada momento compartido formó parte esencial de este logro.

A todos ustedes, con profundo cariño, les dedico este trabajo. Representa no solo el cumplimiento de una meta académica, sino también el fruto del amor, la unión y el esfuerzo compartido.

KEVIN ALFREDO ALVA MENDOZA

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Páginas
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1.Revisión de Antecedentes	13
1.2.Problema de Investigación y Justificación	14
1.3.Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
1.3.3. Preguntas Directrices de la Investigación	16
2. Revisión de Literatura o Estado del Arte	17
2.1 Ecosistemas Fluviales	17
2.1.1.Características de los Ecosistemas Fluviales	17
2.1.2 Cuencas Hidrográficas	17
2.1.3.Fuentes Hídricas y Quebradas.....	20
2.2 Uso de Suelo en Áreas Cercanas a Fuentes Hídricas	21
2.2.1Cambios de Uso de Suelo	22
2.2.2 Contaminación en Fuentes Hídricas.....	22
2.3 Actividades Antrópicas	23
2.3.1Tipos de Actividades Antrópicas	23
2.3.2 Conflictos Socioambientales.....	24
2.4.Evaluación de Impactos Ambientales	24
2.4.1 Impactos Ambientales en Fuentes Hídricas	25
2.5 Medidas de Mitigación.....	25
2.5.1 Medidas de Mitigación en Quebradas	26
2.6 Marco legal.....	26
2.6.1 Constitución de la República del Ecuador 2008	26
2.6.2. Código Orgánico del Ambiente	27
2.6.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua	28
2.6.4. Acuerdos Ministeriales.....	29
2.6.5. Ordenanzas Municipales	29

2.6.7. Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025 – 2029.....	31
2.6.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	31
3. METODOLOGÍA	32
3.1 Área de estudio.....	32
3.2 Métodos.....	33
3.2.1 Análisis Cartográfico (SIG).....	33
3.2.2 Puntos de Muestreo en la Quebrada Los Flores.....	34
3.2.3 Encuestas socio-ambientales	37
3.2.4 Matriz de Leopold y Conesa Fernández para la Evaluación de Impactos Ambientales.....	38
3.2.5 Matriz de Vester.....	41
3.2.6 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades. Debilidades y Amenazas) ...	41
3.2.7 Programa Integral de Mejora Ambiental para la Quebrada Los Flores	42
3.3 Materiales y equipos.....	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1 Diagnóstico de actividades antrópicas en la zona poblada de la quebrada de Los Flores	45
4.1.1 Diagnóstico socio ambiental	45
4.1.2 Identificación de los conflictos de uso de suelo.....	52
4.1.3 Identificación del uso potencial de la cobertura del suelo	53
4.1.4 Identificación de los tipos de cultivo	55
4.1.5 Identificación de la cobertura de suelo en la Quebrada Los Flores	57
4.1.6 Identificación de la Erosión y Erodabilidad en la Quebrada Los Flores...	59
4.2 Identificación de Impactos más significativos con base en la percepción local	62
4.3 Análisis físico químico de puntos de muestreo para la identificación de los Impactos Ambientales.	64
4.4 Identificación de los Impactos Ambientales por el Método de Leopold.....	66
4.6 Análisis FODA según las actividades antrópicas de la Quebrada Los Flores.	71
4.7 Programa Integral de Mejora Ambiental para la Quebrada Los Flores	73
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1 Conclusiones.	79
5.2 Recomendaciones.....	80
6. REFERENCIAS.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de una Cuenca.....	18
Figura 2. Representación según su altitud.....	19
Figura 3. Ubicación del drenaje de la Quebrada Los Flores.....	32
Figura 4. Procesos de uso de los sistemas de información geográfica.....	34
Figura 5. Puntos de muestreo.....	36
Figura 6. Diseño de encuesta.	38
Figura 7. Metodología de Leopold.....	39
Figura 8. Metodología de Conesa Fernández Vítora.	40
Figura 9. Metodología de análisis FODA.	42
Figura 10. Resultados de las encuestas, sección 1 y 2 A) Edades, B) Género, C)¿Hace cuánto tiempo vive en este barrio?, D) ¿Considera usted beneficioso vivir cerca de una quebrada?, E) ¿Ha notado algún cambio en la calidad del agua de la quebrada en los últimos años?.....	46
Figura 11. Gráfico de barras de las encuestas (sección 3), 8) ¿Cómo calificaría usted el impacto de las siguientes actividades en la quebrada?.....	48
Figura 12. Evidencia de afectación a los recursos naturales A) Agricultura, ...	49
Figura 13. Resultados de las encuestas, sección 4. A) ¿Cuáles de las siguientes actividades humanas cree que han afectado la quebrada?, B) ¿Cree que la calidad del agua de la quebrada afecta la salud de su familia?, C) ¿Ha participado en alguna actividad de limpieza (minga) o conservación de la quebrada?, D) ¿Qué medidas cree que se deberían tomar para mejorar la calidad del agua de la quebrada?.....	51
Figura 14. Conflictos de uso de suelo en la Quebrada de Los Flores.	53
Figura 15. Uso potencial de la cobertura del suelo en la Quebrada de Los Flores.	55
Figura 16. Tipos de cultivos en la Quebrada de Los Flores.....	57
Figura 17. Cobertura del suelo en la Quebrada de Los Flores.	59
Figura 18. Erosión y Erodabilidad en la Quebrada de Los Flores.	61
Figura 19. Resumen de los impactos más significativos.....	64
Figura 20. Análisis FODA	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros.	Tabla 2. Coordenadas.....	35
Tabla 3. Materiales y equipos.		44
Tabla 4. Resultados de puntos de muestreo en laboratorio, [A1) Zona media alta, A2) zona media baja, B1) zona baja alta, B2) zona baja baja].....		66
Tabla 5. Resumen de aspectos e impactos ambientales según el método de Leopold.		68
Tabla 6. RESUMEN DE LA MATRIZ DE CONEZA FERNANDEZ		70

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS
EN LA QUEBRADA LOS FLORES, CANTÓN IBARRA

Alava Mendoza Kevin Alfredo

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en la quebrada Los Flores, ubicada en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura, con el objetivo de evaluar los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico del ecosistema. La investigación se enfocó en identificar, analizar y jerarquizar los impactos derivados del uso inadecuado del suelo, la expansión urbana no planificada y las actividades agropecuarias, mediante la aplicación de una metodología mixta que incluyó análisis cartográfico mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), encuestas socioambientales, muestreo y análisis físico-químico del agua, así como la aplicación de las matrices de Leopold y Conesa Fernández para la evaluación de impactos ambientales.

Los resultados evidenciaron una elevada presión ambiental sobre la quebrada, manifestada en procesos de erosión, pérdida de estructura del suelo, disminución de la cobertura vegetal y alteración de la calidad del agua. La Matriz de Leopold identificó como acciones más impactantes la urbanización, la excavación de superficies, la agricultura intensiva, la ganadería y el vertido directo de residuos en el cauce. Asimismo, se registró una contaminación sanitaria significativa, ya que los valores de coliformes fecales superaron los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente en los puntos A2 y B2. El método de Conesa Fernández permitió jerarquizar los impactos más severos, destacando la contaminación hídrica como el principal factor de deterioro ambiental. Finalmente, el estudio demostró la necesidad de implementar un Programa Integral de Mejora Ambiental basado en la educación ambiental, la participación comunitaria y la gestión sostenible del territorio, como estrategia para la recuperación y conservación de la quebrada Los Flores.

Palabras clave: Impacto ambiental, actividades antrópicas, calidad del agua, evaluación ambiental, gestión ambiental.

ABSTRACT

This study was conducted in the Los Flores ravine, located in the canton of Ibarra, province of Imbabura, with the objective of evaluating the environmental impacts generated by anthropogenic activities on the physical, biotic, and socio-economic components of the ecosystem. The research focused on identifying, analyzing, and prioritizing the impacts derived from inadequate land use, unplanned urban expansion, and agricultural activities through the application of a mixed methodology that included cartographic analysis using Geographic Information Systems (GIS), socio-environmental surveys, water sampling and physicochemical analysis, as well as the application of the Leopold and Conesa Fernández matrices for environmental impact assessment.

The results revealed a high level of environmental pressure on the ravine, manifested through erosion processes, loss of soil structure, reduction of vegetation cover, and deterioration of water quality. The Leopold Matrix identified urbanization, surface excavation, intensive agriculture, livestock farming, and the direct discharge of waste into the ravine as the most impactful activities. In addition, significant sanitary contamination was recorded, as fecal coliform values exceeded the permissible limits established in current environmental regulations at sampling points A2 and B2. The Conesa Fernández method allowed the prioritization of the most severe impacts, highlighting water contamination as the main factor of environmental degradation. Finally, the study demonstrated the need to implement an Integrated Environmental Improvement Program based on environmental education, community participation, and sustainable land management as a strategy for the recovery and conservation of the Los Flores ravine.

Keywords: Environmental impact, anthropogenic activities, water quality, environmental assessment, environmental management.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Revisión de Antecedentes

La contaminación de los recursos naturales constituye una de las principales preocupaciones a nivel global, afectando de manera directa componentes ambientales estratégicos como el agua, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje. La intensificación de las actividades humanas ha provocado transformaciones sin precedentes sobre los ecosistemas, generando alteraciones significativas en su estructura y funcionamiento, lo que históricamente ha repercutido en la calidad de vida de las poblaciones humanas, especialmente a través de los impactos ambientales negativos asociados con la explotación de recursos naturales no renovables, como es el caso de la actividad minera (Durango, 2022). En este marco, la contaminación del agua se identifica como una de las amenazas ambientales y sanitarias más relevantes a escala mundial, dado su estrecho vínculo con la salud pública y la conservación de los ecosistemas, considerando que procesos como la industrialización, la agricultura intensiva, la expansión urbana y los efectos del cambio climático han ejercido una presión creciente sobre los sistemas hídricos, deteriorando progresivamente su calidad y comprometiendo tanto la biodiversidad como el bienestar humano (Valencia y Rodríguez, 2023).

La expansión de las actividades ganaderas y agrícolas en las llanuras aluviales ha reducido de manera progresiva la superficie de los cuerpos de agua y alterado su conectividad con los sistemas fluviales, modificando la dinámica hidrológica natural de estas áreas. A ello se suma la contaminación de los recursos hídricos provocada por el inadecuado tratamiento de aguas residuales urbanas, la retención de sedimentos y las intervenciones asociadas con la construcción de embalses, factores que han transformado de manera considerable la estructura y el régimen de caudales de los ríos (Valencia y Rodríguez, 2023). En este contexto, las quebradas se constituyen como ecosistemas frágiles y de alta relevancia ambiental, cuya importancia radica en su función reguladora de la erosión del suelo, moduladora del flujo hídrico y proveedora de hábitats esenciales para una amplia diversidad de especies de flora y fauna, desempeñando un papel clave en la conservación de los ecosistemas circundantes (Quinaluisa, 2014).

Desde un enfoque geomorfológico e hidrológico, las quebradas se configuran como sistemas de drenaje natural que canalizan el escurrimiento de agua desde las zonas altas hacia los sectores más bajos del relieve. Su origen se relaciona con procesos de escorrentía superficial, erosión hídrica y acumulación progresiva de flujos estacionales, lo que les permite cumplir un rol fundamental en la regulación del ciclo hidrológico y en el transporte de sedimentos (Riofrío, 2023). En el ámbito ecológico, estos cauces actúan como corredores naturales que mantienen microhábitats, facilitan la conectividad entre ecosistemas y contribuyen a la conservación de la calidad del agua mediante procesos de dispersión y depuración natural. No obstante, la intervención humana, a través de descargas contaminantes, modificaciones del cauce o uso inadecuado del suelo, puede generar desequilibrios que afectan tanto los procesos hidrológicos como las dinámicas ecológicas asociadas, comprometiendo los servicios ecosistémicos que proporcionan estos cuerpos de agua (Gustavson et al., 2013).

Actualmente, las quebradas enfrentan crecientes presiones derivadas de la expansión urbana, la intensificación de la actividad agrícola y otros factores de origen antropogénico, generando alteraciones importantes en su estructura ecológica, en la biodiversidad que albergan y en su capacidad de respuesta frente a perturbaciones externas. Por ello, la evaluación ambiental de estos sistemas se ha consolidado como una herramienta esencial para dimensionar la magnitud de los impactos humanos y formular estrategias efectivas orientadas a la conservación y restauración ecológica (Cerón y Rodríguez, 2020). Frente a este panorama, se evidencia un compromiso creciente de gobiernos, organismos internacionales, la comunidad científica y la sociedad civil, quienes priorizan esta problemática e impulsan acciones concretas destinadas a mitigar los impactos ambientales y promover un manejo sostenible de los ecosistemas a escala global, fomentando tanto la protección de la biodiversidad como el bienestar humano (Alcca, 2021).

1.2.Problema de Investigación y Justificación

La ciudad de Ibarra, ubicada en la provincia de Imbabura, Ecuador, alberga diversas quebradas que cumplen un rol fundamental en el mantenimiento del equilibrio ecológico y el bienestar de la población local. Entre ellas, la quebrada Los Flores se destaca por su importancia en la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la región. Sin embargo, en los últimos años, el crecimiento urbano acelerado y las actividades humanas, tales como la expansión de la

infraestructura y las extracciones mineras, han incrementado la presión sobre este ecosistema, generando impactos negativos que incluyen la modificación del cauce, la alteración de los hábitats naturales y la erosión del suelo. Estos aspectos resultan especialmente relevantes si se consideran en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por las Naciones Unidas en su apartado 9, que resaltan la necesidad de promover inversiones en infraestructuras sostenibles para responder al ritmo creciente de urbanización (Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2021).

Según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Ibarra (2021), el rápido aumento de la población y la expansión progresiva de la infraestructura vial y habitacional han provocado modificaciones sustanciales en los cauces naturales, intensificando los problemas relacionados con la gestión del recurso hídrico, sobre todo durante periodos de precipitaciones intensas. Esta situación se ha visto agravada por la insuficiente ejecución de labores de mantenimiento y limpieza de los cauces, así como por la limitada capacidad hidráulica de los canales artificiales, particularmente en áreas correspondientes a quebradas secas. A pesar de que las autoridades locales reconocen esta problemática, aún no se han implementado soluciones efectivas, principalmente debido a la carencia de información técnica sobre el comportamiento hidrológico de estos sistemas y sobre el valor ecológico y social que representan dentro del entorno urbano. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer las acciones orientadas a la protección, conservación y manejo sostenible de la quebrada Los Flores, considerando su papel estratégico en la dinámica del ecosistema urbano.

El presente estudio se originó a partir de denuncias sociales realizadas por los residentes de los barrios colindantes a la quebrada Los Flores, quienes expresaron su preocupación por las transformaciones físicas y funcionales del ecosistema. No obstante, la investigación no se limitó únicamente a estas inquietudes, sino que incorporó un enfoque técnico-científico diseñado para analizar de manera sistemática los efectos de la actividad antrópica sobre el entorno natural. Como resultado, se identificaron alteraciones significativas que comprometieron la integridad ecológica del sistema y generaron impactos directos sobre la calidad de vida de la población. Por ello, se consideró indispensable llevar a cabo una evaluación de impactos ambientales que permitiera identificar, valorar y cuantificar los efectos derivados del uso y ocupación del suelo en el área de influencia, proporcionando una base sólida para la planificación, gestión y conservación del ecosistema urbano.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales generados por actividades antrópicas en la Quebrada Los Flores.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades antrópicas en la Quebrada Los Flores.
- Evaluar los impactos ambientales negativos más significativos por actividades antrópicas en la Quebrada Los Flores
- Proponer alternativas de mitigación a los impactos en la Quebrada Los Flores.

1.3.3. Preguntas Directrices de la Investigación

- a) ¿Cuáles son las principales actividades antrópicas que impactan la funcionalidad de la Quebrada Los Flores?
- b) ¿Qué percepción tiene la comunidad local sobre los impactos ambientales en la Quebrada Los Flores?
- c) ¿Qué alternativas de mitigación se pueden proponer para minimizar los impactos ambientales a corto, mediano y largo plazo en la Quebrada Los Flores?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. Revisión de Literatura o Estado del Arte

2.1 Ecosistemas Fluviales

2.1.1. Características de los Ecosistemas Fluviales

De acuerdo a Días (2020), los ecosistemas hídricos fluviales desempeñan un papel vital en la biodiversidad y la salud ambiental al actuar como reguladores naturales del agua, previniendo inundaciones y manteniendo la calidad del agua mediante procesos de filtración y sedimentación. Además, son fundamentales para la supervivencia de especies y la salud del medio ambiente. A pesar de su importancia, estos ecosistemas enfrentan una preocupante degradación, con más del 30% de los ecosistemas fluviales en el mundo experimentando pérdidas y deterioros desde 1970 (Gonzales et al., 2005). Cumplen funciones ecológicas críticas, como la recarga de acuíferos, la regulación del ciclo hidrológico y la provisión de hábitats para numerosas especies, muchas de las cuales son endémicas, desde las cabeceras de los ríos hasta sus desembocaduras en los océanos (Chaparro, 2020).

2.1.2 Cuencas Hidrográficas

Según Li et al. (2022), la cuenca hidrográfica constituye una entidad funcional para el análisis de los procesos hidrológicos y geomorfológicos, así como para la planificación y gestión sostenible de los recursos hídricos, al englobar todas las interacciones entre el flujo de agua, los sedimentos y los nutrientes dentro de un área definida por la topografía. Desde una perspectiva ecológica, las cuencas hidrográficas sustentan diversos hábitats y ecosistemas, desde las zonas altas montañosas hasta los humedales y estuarios en las áreas bajas. Estos sistemas son vitales para la biodiversidad, proporcionando hábitats para una amplia gama de especies acuáticas y terrestres. Además, las cuencas hidrográficas juegan un papel crucial en la regulación del clima local, la recarga de acuíferos y la mitigación de eventos extremos como inundaciones y sequías (Ramírez, 1992).



Fuente: Arias et al. (2023).

Figura 1. Partes de una Cuenca.

La Figura 1 muestra las partes de una cuenca hidrográfica y cómo funcionan en conjunto para dirigir el flujo de agua hacia un punto de salida común. Aquí se interpretan las diferentes partes y sus funciones:

- **Divisora de Agua:** Representa la frontera topográfica que delimita una cuenca hidrográfica y separa sus flujos de los de cuencas adyacentes, estableciendo los límites naturales para el escurrimiento del agua.
- **Superficie de la Cuenca:** Corresponde al área total donde las precipitaciones caen y comienzan a desplazarse por gravedad hacia los puntos más bajos. Esta superficie puede incluir montañas, colinas, valles y llanuras, y determina en gran medida la cantidad de agua que se incorpora al sistema fluvial.
- **Precipitación:** Constituye la principal fuente de agua para la cuenca. La cantidad, intensidad y distribución de la precipitación influyen directamente en el volumen de agua disponible y en la dinámica del flujo superficial e infiltración.

- **Red de Drenaje:** Sistema jerárquico de arroyos y ríos que transporta el agua a través de la cuenca hasta el cauce principal. Esta red organiza el flujo del agua y permite el transporte eficiente de sedimentos y nutrientes.
- **Cauce Principal:** Río o arroyo que concentra el agua proveniente de la red de drenaje y la conduce hacia el punto de salida de la cuenca. Su función es clave en la regulación del caudal y la conexión de la cuenca con cuerpos de agua mayores.
- **Punto de Salida:** Lugar donde el agua de la cuenca se descarga en un cuerpo de agua mayor, como un río principal, un lago o el océano, completando así el ciclo hidrológico local y conectando la cuenca con sistemas hídricos más amplios.



Figura 2. Representación según su altitud.

La Figura 2 muestra la clasificación de las cuencas hidrográficas según su altitud, cada una de estas categorías tiene características hidrológicas y geomorfológicas específicas:

- **Cuencas de Alta Montaña:** Estas cuencas se localizan por encima de los 2 000 metros sobre el nivel del mar y se caracterizan por presentar pendientes pronunciadas, suelos delgados y rocosos, así como una vegetación escasa adaptada a condiciones extremas. Las precipitaciones en estas áreas ocurren frecuentemente en forma de nieve, contribuyendo al desarrollo y mantenimiento de glaciares. La escorrentía superficial es rápida, lo que provoca una elevada

erosión y un transporte significativo de sedimentos hacia los cauces principales, afectando la dinámica hídrica y la morfología de la cuenca.

- Cuencas de Mediana Altitud: Ubicadas entre los 500 y 2 000 metros sobre el nivel del mar, estas cuencas presentan pendientes moderadas y suelos más profundos y fértiles, lo que favorece la retención y filtración de agua. La vegetación es densa, incluyendo bosques y praderas, lo cual incrementa la infiltración y reduce la escorrentía superficial. Las precipitaciones pueden manifestarse en forma de lluvia o nieve, dependiendo de la estación y la altitud, regulando el flujo hídrico y contribuyendo a la estabilidad ecológica del área.
- Cuencas de Baja Altitud: Localizadas por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar, estas cuencas presentan pendientes suaves y suelos profundos y fértiles, con vegetación abundante que incluye bosques, humedales y zonas agrícolas. La escorrentía superficial es lenta, mientras que la infiltración del agua en el suelo es elevada. Debido a la limitada capacidad de drenaje y a la acumulación de agua en terrenos planos, estas áreas presentan una mayor susceptibilidad a inundaciones durante periodos de precipitación intensa, lo que influye directamente en la planificación territorial y la gestión de riesgos hídricos.

2.1.3. Fuentes Hídricas y Quebradas

Las fuentes hídricas comprenden cuerpos de agua de origen natural o artificial que abastecen el recurso para múltiples usos, entre ellos el consumo humano, la actividad agrícola, la generación de energía hidroeléctrica, la recreación y la conservación de los ecosistemas acuáticos, presentándose en diversas escalas que van desde pequeños arroyos hasta grandes ríos y lagos (Ramírez, 1992). Estos sistemas desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, al constituir hábitats esenciales para numerosas especies acuáticas, y forman parte de paisajes hidrológicos interconectados, donde las intervenciones realizadas en un sector de la cuenca pueden generar efectos en otras áreas. En este sentido, resulta indispensable garantizar la calidad y cantidad del recurso hídrico en las fuentes de agua con el fin de asegurar su disponibilidad y sostenibilidad a largo plazo (Sílvia, 2005).

Las quebradas, también denominadas arroyos o riachuelos, corresponden a cursos de agua de pequeña escala y régimen generalmente intermitente que se desarrollan en zonas montañosas como resultado de procesos de erosión hídrica, caracterizándose por presentar pendientes pronunciadas y dimensiones inferiores a las de ríos de mayor jerarquía. De acuerdo con Días (2020), estos sistemas varían en extensión y profundidad en función del caudal que transportan y de las condiciones geológicas del entorno. Su relevancia ambiental se sustenta en su función dentro del ciclo hidrológico, al recolectar y conducir las aguas de lluvia hacia cuerpos de agua de mayor magnitud, así como en su contribución a la formación y mantenimiento de ecosistemas locales (Cerón y Rodríguez, 2020). Desde el punto de vista estructural, las quebradas se componen de diferentes unidades funcionales, entre las que destacan la cabecera, donde se origina el flujo hídrico, el canal por el cual discurre el agua pendiente abajo y las riberas que delimitan el cauce, las cuales cumplen un rol fundamental en la estabilidad del suelo, la reducción de los procesos erosivos y la provisión de hábitats para la fauna y flora asociada (Quinaluisa, 2014).

2.2 Uso de Suelo en Áreas Cercanas a Fuentes Hídricas

El uso y manejo del suelo en las áreas circundantes a cuerpos de agua como ríos, lagos o quebradas constituye un factor determinante para la salud de los ecosistemas acuáticos y la disponibilidad de recursos hídricos de calidad, dado que prácticas inadecuadas como la deforestación y la agricultura intensiva sin medidas de conservación incrementan los procesos de erosión, favoreciendo la sedimentación de los cuerpos de agua y generando efectos negativos sobre la biodiversidad acuática. De igual manera, actividades antrópicas asociadas a la urbanización, la construcción de represas y la extracción de recursos naturales pueden modificar el régimen hidrológico natural de una cuenca, alterando la disponibilidad del agua y los patrones de inundación y sequía (Jimenez, 2023).

El uso sostenible del suelo en áreas próximas a las fuentes hídricas constituye un eje fundamental para su conservación, considerando que la implementación de medidas como la reforestación, la agricultura sostenible y la protección de humedales contribuye a mejorar la calidad del agua y a preservar la integridad de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, el manejo adecuado del suelo en zonas ribereñas resulta esencial para la protección de estos recursos naturales a largo plazo, ya que dichas áreas actúan como filtros naturales que reducen

los procesos erosivos, regulan la escorrentía superficial y disminuyen la incorporación de contaminantes hacia los cuerpos de agua. Asimismo, la aplicación de prácticas sostenibles en áreas productivas cercanas a fuentes hídricas permite prevenir la degradación del suelo y fomenta un uso responsable del territorio, garantizando la continuidad de los servicios ecosistémicos que sustentan tanto a las comunidades humanas como a los sistemas naturales (Gonzales et al., 2005).

2.2.1 Cambios de Uso de Suelo

De acuerdo con Riofrio (2023), los procesos de alteración y cambio en el uso del suelo se encuentran asociados a la expansión agrícola, la urbanización y el desarrollo de infraestructuras, la explotación forestal no sostenible, la actividad minera a gran escala, la crisis climática y la contaminación de los ríos. En este contexto, diversos estudios han evidenciado que la contaminación de los sistemas fluviales constituye una consecuencia directa de las actividades antrópicas, particularmente como resultado de la disposición inadecuada de desechos industriales y domésticos sin tratamiento, los vertidos de productos químicos y la erosión de suelos contaminados por pesticidas y fertilizantes utilizados en la actividad agrícola (Li et al., 2022; Del Valle y Perez, 2017). Estas presiones generan un deterioro progresivo de los ecosistemas acuáticos al incrementar la carga de contaminantes y alterar el equilibrio natural de los cuerpos hídricos; adicionalmente, la intensificación de los usos del suelo sin una planificación adecuada favorece la pérdida de cobertura vegetal y el aumento del aporte de sedimentos a los ríos, agravando los procesos de degradación ambiental y afectando tanto la calidad del agua como la funcionalidad de los ecosistemas asociados.

2.2.2 Contaminación en Fuentes Hídricas

La contaminación de los sistemas hídricos por la presencia de sedimentos, desechos sólidos, nutrientes, metales pesados, compuestos orgánicos persistentes, patógenos y materiales radiactivos constituye una de las problemáticas ambientales más críticas a nivel global (Arias et al., 2023). Estos contaminantes se originan principalmente a partir de procesos de erosión del suelo, escorrentía agrícola, descargas de aguas residuales y actividades industriales y mineras, generando impactos severos sobre la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos. Entre sus principales efectos se encuentran la eutrofización, la

bioacumulación de sustancias tóxicas en la cadena alimentaria, la aparición de enfermedades y la degradación progresiva de los hábitats acuáticos (Valencia y Rodríguez, 2023). Esta situación se agrava cuando los cuerpos de agua se encuentran expuestos de forma continua a elevadas cargas contaminantes, lo que limita su capacidad natural de recuperación y altera los ciclos biogeoquímicos. Asimismo, la acumulación de sustancias peligrosas en los sedimentos y en los organismos acuáticos incrementa el riesgo ecológico y sanitario, afectando tanto a las comunidades que dependen directamente de estos recursos como al equilibrio general de los ecosistemas.

2.3 Actividades Antrópicas

2.3.1 Tipos de Actividades Antrópicas

Las prácticas agrícolas intensivas desarrolladas en zonas próximas a las quebradas, en particular el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, generan procesos de contaminación del recurso hídrico mediante la escorrentía superficial, favoreciendo la eutrofización y la acumulación de sustancias tóxicas que alteran de manera significativa el equilibrio de los ecosistemas acuáticos (Quinaluisa, 2014). De forma complementaria, la deforestación asociada a la expansión de la frontera agrícola incrementa la susceptibilidad del suelo a la erosión, promoviendo la sedimentación en los cauces y el deterioro progresivo de la calidad del agua, con efectos negativos sobre la flora y fauna locales (Posada et al., 2000). Estas actividades productivas modifican la cobertura vegetal natural y reducen la capacidad del suelo para retener nutrientes y filtrar contaminantes, lo que incrementa la vulnerabilidad de los cuerpos hídricos frente a las presiones antrópicas. Asimismo, la pérdida de vegetación ribereña disminuye la estabilidad de las riberas y altera los microhábitats, generando desequilibrios ecológicos que afectan la estructura y dinámica de las comunidades biológicas asociadas.

La expansión urbana y el desarrollo de actividades industriales en zonas adyacentes a las quebradas conllevan la introducción de diversos contaminantes en el sistema hídrico, incluyendo aceites, metales pesados, productos químicos domésticos, patógenos y otros compuestos tóxicos, principalmente a través de la escorrentía urbana y la descarga de aguas residuales sin tratamiento. Estos procesos generan un deterioro progresivo de la calidad del agua y representan un riesgo considerable para la salud humana y los ecosistemas acuáticos (Bello, 2020). Asimismo, la actividad minera y la extracción de materiales para la construcción

contribuyen al aumento de la sedimentación y provocan alteraciones físicas en los cauces, modificando el régimen natural de flujo y disminuyendo la capacidad de las quebradas para sustentar comunidades acuáticas. Las transformaciones asociadas al crecimiento urbano no solo incrementan la carga contaminante, sino que también reducen la resiliencia de los ecosistemas al disminuir las áreas de infiltración y aumentar la impermeabilización del suelo. A esta situación se suma la degradación de la vegetación ribereña, cuya función es esencial para estabilizar y proteger el cauce frente a perturbaciones externas, lo que incrementa la vulnerabilidad ambiental del sistema hídrico y compromete su equilibrio ecológico.

2.3.2 Conflictos Socioambientales

Según Toledo (2013), surgen de la competencia entre diversos actores por el uso y conservación de los recursos hídricos. La expansión agrícola, la urbanización y las actividades industriales generan contaminación y degradación de las quebradas, afectando la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos, lo cual repercute negativamente en las comunidades locales que dependen de estos recursos para su subsistencia y bienestar. Las tensiones se agravan cuando las prácticas de manejo y explotación de los recursos no consideran las necesidades y derechos de todas las partes involucradas, especialmente de las comunidades indígenas y rurales, que suelen tener un vínculo cultural y económico directo con el entorno natural. La falta de una gestión integrada y sostenible de las cuencas hidrográficas exacerba estos conflictos, destacando la necesidad de políticas inclusivas y enfoques participativos para la resolución de disputas y la protección ambiental (Schnitman, 2010).

2.4. Evaluación de Impactos Ambientales

Como menciona Del Valle y Perez (2017), la evaluación de impacto ambiental es un proceso estructurado que busca identificar, prever y valorar las consecuencias ambientales de diversas actividades humanas. Se basa en la recolección y análisis de datos científicos para evaluar el impacto en aspectos como la calidad del agua, la biodiversidad, los suelos, el paisaje y la interacción con las comunidades locales. Este proceso también considera cómo las actividades agrícolas, urbanas e industriales afectan la estructura y función de las quebradas, así como su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos esencial (Bello, 2020). Se identifican impactos directos e indirectos, temporales y permanentes, evaluando la magnitud, alcance, duración y reversibilidad de estos. Para comprender y abordar estos impactos, se

utilizan herramientas como análisis de riesgos, modelos predictivos, estudios de impacto visual y consultas con expertos y comunidades locales (Cerón y Rodríguez, 2020).

2.4.1 Impactos Ambientales en Fuentes Hídricas

Los sistemas hídricos se ven afectados por múltiples presiones ambientales, entre las cuales destaca la contaminación generada por descargas de sustancias químicas y residuos provenientes de actividades industriales, agrícolas y urbanas, las cuales deterioran la calidad del agua y generan impactos negativos tanto sobre los ecosistemas acuáticos como sobre la salud humana (Alcca, 2021). Asimismo, las alteraciones del régimen hidrológico natural ocasionadas por la construcción de represas y obras de desviación modifican la dinámica ecológica de la flora y fauna asociadas y condicionan la disponibilidad del recurso para distintos usos. A este escenario se suma la deforestación y la expansión urbana sin planificación en las cuencas hidrográficas, procesos que favorecen la erosión del suelo y el incremento del transporte de sedimentos hacia los ríos, provocando el deterioro de la calidad del agua y afectando la infraestructura hidráulica (Posada et al., 2000). Estas problemáticas se ven intensificadas por los efectos del cambio climático, el cual altera los patrones de precipitación y la oferta hídrica, incrementando la presión sobre el recurso y los conflictos por su aprovechamiento.

2.5 Medidas de Mitigación

Las estrategias orientadas a la mitigación de los impactos ambientales constituyen un componente esencial para disminuir los efectos adversos derivados de las actividades humanas sobre los ecosistemas, e incluyen la incorporación de tecnologías limpias y eficientes destinadas a la reducción de emisiones y contaminantes, la aplicación de sistemas de gestión ambiental que promuevan prácticas productivas sostenibles, la restauración de ecosistemas degradados, la conservación de especies en riesgo y el establecimiento de áreas protegidas (Valencia y Rodríguez, 2023). De manera complementaria, estas acciones contemplan medidas de adaptación frente al cambio climático, tales como el diseño de infraestructuras resilientes ante eventos extremos y la promoción de sistemas agrícolas y forestales sostenibles. En conjunto, este conjunto de intervenciones busca prevenir, reducir y compensar los impactos ambientales, garantizando la sostenibilidad de las actividades humanas en el largo plazo (Fernando y Jimenez, 2023).

2.5.1 Medidas de Mitigación en Quebradas

Esto implica implementar prácticas de manejo de cuencas para reducir la erosión del suelo, como la reforestación de áreas ribereñas y el control de la deforestación en las partes altas de las cuencas. Además, se consideran acciones para mejorar la calidad del agua, como la construcción de filtros verdes y humedales artificiales que ayuden a filtrar contaminantes antes de llegar a las quebradas (Quinaluisa, 2014). También se incluye la regulación del uso del suelo en las zonas cercanas a las quebradas para prevenir la contaminación por desechos sólidos y líquidos, así como la implementación de sistemas de alerta temprana para prevenir desastres naturales, como inundaciones y deslizamientos de tierra, que puedan afectar las quebradas y sus alrededores (Li et al., 2022).

Estas medidas deben formar parte de un enfoque integral de gestión de cuencas que involucre a diversos actores, como autoridades locales, comunidades, empresas y organizaciones no gubernamentales. La participación activa de la comunidad local es crucial para garantizar el éxito de estas medidas, ya que su conocimiento y compromiso pueden contribuir significativamente a la protección y restauración de las quebradas (Díaz et al., 2001). La implementación efectiva de estas medidas no solo beneficia a las quebradas en sí, sino que también contribuye a la conservación de la biodiversidad, la protección de los recursos hídricos y la reducción del riesgo de desastres naturales en las áreas circundantes (Ramírez, 1992).

2.6 Marco legal

2.6.1 Constitución de la República del Ecuador 2008

De conformidad con las disposiciones establecidas en la Constitución de la República del Ecuador de 2008, en particular en el Artículo 264, Numeral 4, correspondiente a los Capítulos IV y V, se determina que los gobiernos municipales tienen la responsabilidad de garantizar la gestión de los recursos hídricos públicos, el abastecimiento de agua potable y el adecuado tratamiento de las aguas residuales. Asimismo, la gestión de los residuos sólidos y las actividades sanitarias se encuentran reguladas en el Título VI, Capítulo I, Artículo 276, numeral 4, disposiciones que tienen como finalidad la protección de la naturaleza y la garantía

del derecho de la población a acceder de manera equitativa, permanente y con estándares de calidad al recurso hídrico.

El marco jurídico de la Constitución de la República del Ecuador establece que el Estado tiene la responsabilidad de proteger, restaurar y administrar los recursos hídricos, así como de regular todas las actividades que puedan afectar la calidad del agua, conforme a lo dispuesto en el Artículo 411, Capítulo II del Título VII. De manera complementaria, el Artículo 412 indica que las entidades competentes deben llevar a cabo los procesos de regulación y planificación necesarios para garantizar una gestión adecuada de este recurso vital (Asamblea Nacional, 2008). Estas disposiciones conforman un esquema institucional orientado a que la administración del agua se base en principios de sostenibilidad, precaución y responsabilidad, reconociendo al recurso hídrico como un elemento esencial para la vida y para el equilibrio de los ecosistemas. En este sentido, la obligación del Estado de intervenir en la planificación y el control de actividades potencialmente contaminantes enfatiza la importancia de una gestión integral, coordinada con el ordenamiento territorial y con la participación de las comunidades en los procesos de vigilancia y control ambiental.

2.6.2. Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del Ambiente del Ecuador establece, en los Artículos 140 al 146, los lineamientos que regulan el procedimiento y los elementos que conforman la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), definiéndola como un proceso técnico-administrativo orientado a identificar, analizar y valorar los impactos ambientales derivados de la ejecución de proyectos, obras o actividades, con el propósito de prevenir, mitigar, corregir y compensar sus efectos negativos. Este marco normativo prioriza la identificación y evaluación de impactos para determinar su magnitud y significancia, incorpora la participación ciudadana como un mecanismo que garantiza la intervención activa de las comunidades potencialmente afectadas, e integra instrumentos como el Informe de Impacto Ambiental (IIA), el control y seguimiento ambiental, así como la definición de responsabilidades y la clasificación de proyectos de acuerdo con su nivel de impacto ambiental potencial (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

2.6.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua

Esta normativa establece disposiciones fundamentales orientadas a garantizar la conservación de las zonas de protección hídrica, consideradas estratégicas para la preservación del recurso hídrico y de la biodiversidad asociada. En este sentido, los Artículos 82 al 85 reflejan el compromiso del Estado ecuatoriano con la protección y el manejo sostenible de estos espacios, reconociendo su relevancia para el mantenimiento del ciclo hidrológico y la conservación de los ecosistemas vinculados. Estas disposiciones constituyen un pilar para la sostenibilidad y el bienestar a largo plazo del país, al priorizar dichas áreas dentro de los instrumentos de ordenamiento territorial y en los esquemas de gestión integral del recurso hídrico. Entre las principales medidas se contemplan la prohibición de actividades susceptibles de contaminar las fuentes de agua, la regulación de la tala de bosques y la restricción de construcciones que puedan afectar la calidad y disponibilidad del recurso (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

De acuerdo con el artículo 191 del Capítulo V, titulado "Monitoreo de la Calidad del Aire, Agua y Suelos", vigente desde 2017, es responsabilidad de la Autoridad Nacional del Ambiente o de un Gobierno Autónomo Descentralizado llevar a cabo el monitoreo de la calidad del aire, el agua y el suelo. Esto debe realizarse conforme a las reglas reglamentarias establecidas para asegurar el cumplimiento de las sanciones correspondientes (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). Esta disposición garantiza que exista un control permanente sobre los componentes ambientales, permitiendo identificar variaciones en su estado y detectar oportunamente actividades que vulneren la normativa vigente. Además, el mandato fortalece la gestión ambiental al exigir procedimientos técnicos estandarizados y una supervisión continua, elementos esenciales para mantener la integridad de los ecosistemas y proteger la salud de la población.

En el Artículo 3 del Libro I, Tomo I, los objetivos del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica se centran en la conservación y optimización tanto de la cantidad como de la calidad del recurso hídrico, así como en la gestión integral de las cuencas hidrográficas. Complementariamente, el apartado segundo del Artículo 209, relativo a la calidad del agua, establece que los procesos de evaluación y control deben realizarse mediante procedimientos técnicos de muestreo y seguimiento, cuyos lineamientos se especifican en el Anexo 1 correspondiente (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2003). Este marco

normativo constituye una base técnica e institucional que asegura que la administración de los recursos hídricos se efectúe bajo criterios de sostenibilidad y control sanitario, garantizando que los procesos de evaluación se desarrollen conforme a metodologías estandarizadas, confiables y verificables. Del mismo modo, la exigencia de lineamientos específicos para el muestreo refuerza la estandarización de los análisis, lo que permite generar información precisa y comparable a lo largo del tiempo, aspecto esencial para la gestión ambiental y la formulación de políticas públicas orientadas a la protección del recurso hídrico.

2.6.4. Acuerdos Ministeriales

Para garantizar un desarrollo sostenible en las zonas hídricas del Ecuador, resulta indispensable ejecutar una evaluación integral de los impactos ambientales conforme a lo dispuesto en los Acuerdos Ministeriales 061, 001 y 097-A, los cuales establecen la obligatoriedad de aplicar medidas de control, prevención y mitigación frente a los efectos sobre el suelo, el agua y los ecosistemas asociados. En este marco normativo, el Acuerdo Ministerial 061 regula los procedimientos para la evaluación de impacto ambiental y el otorgamiento de licencias ambientales; el Acuerdo Ministerial 001 define los criterios técnicos de calidad ambiental y de descargas en cuerpos de agua; mientras que el Acuerdo Ministerial 097-A establece las tablas de límites máximos permisibles aplicables a las actividades extractivas y de aprovechamiento de recursos naturales. La aplicación de esta normativa permite sustentar técnicamente el análisis de los efectos sobre la calidad del recurso hídrico y la integridad ecológica de la quebrada, promoviendo además la participación comunitaria y la gestión sostenible de los ecosistemas acuáticos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2003).

2.6.5. Ordenanzas Municipales

De acuerdo con la Ordenanza para la Protección de las Fuentes y Recursos Hídricos del cantón Ibarra, el Artículo 1 establece como objetivo principal la conservación y protección de las fuentes y recursos hídricos del territorio cantonal; mientras que el Artículo 5 delimita las áreas de protección hídrica y regula las actividades permitidas y prohibidas dentro de estas zonas. Asimismo, el Artículo 10 determina las obligaciones de los usuarios de los recursos hídricos en relación con su conservación y uso sostenible (Municipio de Ibarra, 2015). Esta normativa local constituye un instrumento fundamental para la regulación del uso del territorio

y la prevención de prácticas que puedan afectar la calidad o disponibilidad del recurso hídrico, incorporando principios de prevención, responsabilidad ambiental y sostenibilidad. Además, al establecer zonas de protección y definir responsabilidades claras para los usuarios, la ordenanza fortalece la gobernanza ambiental a nivel cantonal, promoviendo una gestión articulada entre autoridades y ciudadanía orientada a la preservación de la funcionalidad ecológica de las fuentes de agua y su conservación a largo plazo.

En el marco de la Ordenanza sobre el Manejo Integral de Residuos Sólidos, el Artículo 15 establece la prohibición expresa de disponer residuos en cuerpos de agua, así como la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento, constituyéndose en un instrumento clave para la protección de los recursos hídricos del cantón (Municipio de Ibarra, 2017). Complementariamente, la Ordenanza de Zonificación y Uso de Suelo incluye disposiciones relevantes para la gestión territorial, destacando, entre ellas, el Artículo 12, que regula las actividades permitidas en áreas agrícolas y de recarga hídrica, y el Artículo 20, que establece restricciones para edificaciones en zonas de protección ambiental (Municipio de Ibarra, 2015). En conjunto, estas normativas conforman un marco local orientado a prevenir prácticas que puedan comprometer la integridad de los ecosistemas y a garantizar que el uso del suelo se desarrolle bajo criterios de sostenibilidad. Del mismo modo, al prohibir la disposición inadecuada de residuos y regular las actividades en zonas ambientalmente sensibles, estas ordenanzas fortalecen la gestión territorial y fomentan una interacción responsable entre las actividades humanas y los recursos naturales, contribuyendo directamente a la conservación de las fuentes hídricas del cantón.

La Ordenanza de Evaluación de Impacto Ambiental, a través de sus artículos 1-6 y 12, define tanto el objetivo como el alcance de la evaluación de impacto ambiental, precisando los proyectos y actividades que deben someterse a este proceso. Además, establece procedimientos claros para la evaluación, que incluyen la realización de estudios técnicos y la adopción de medidas de mitigación (Municipio de Ibarra, 2014). Esta normativa resulta fundamental, ya que garantiza que cualquier intervención en el territorio sea analizada de manera preventiva, permitiendo identificar posibles efectos negativos antes de que se materialicen. De igual forma, al exigir la preparación de estudios técnicos y la implementación de medidas correctivas, promueve la responsabilidad ambiental de quienes presentan proyectos y asegura que las decisiones municipales se apoyen en criterios científicos y verificables. Por consiguiente, la

ordenanza fortalece la gestión ambiental local al ofrecer un marco sólido y obligatorio, orientado a proteger los ecosistemas y a reducir los impactos derivados de las actividades humanas dentro del cantón.

2.6.7. Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025 – 2029

Para garantizar un desarrollo sostenible en las zonas hídricas del Ecuador, resulta imprescindible realizar una evaluación integral de los impactos ambientales asociados a las actividades humanas. En concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025–2029, se impulsa la aplicación de medidas orientadas a una gestión eficiente, equitativa y responsable de los recursos hídricos. Dicho proceso de evaluación contempla el análisis de los efectos sobre la calidad del agua, la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas acuáticos, así como la identificación de riesgos ambientales derivados del uso inadecuado del territorio. Asimismo, se enfatiza la necesidad de garantizar la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones vinculadas al manejo del recurso hídrico, con el propósito de fortalecer la gobernanza ambiental y asegurar la protección de las fuentes de agua para las generaciones presentes y futuras, en coherencia con los objetivos nacionales de planificación (Consejo Nacional de Planificación, 2025).

2.6.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible

El Objetivo 6 del Plan Nacional de Desarrollo, denominado “Agua limpia y saneamiento”, se orienta a garantizar el acceso universal a agua potable segura, asequible y a servicios básicos de saneamiento, como un componente esencial para el bienestar de la población. Para el cumplimiento de este objetivo, se requiere la ejecución de inversiones estratégicas en infraestructura hidráulica, sistemas de tratamiento y redes de distribución, así como la incorporación de tecnologías que optimicen la gestión del recurso hídrico. De igual manera, se promueve la adopción de prácticas adecuadas de higiene y procesos de sensibilización social enfocados en la conservación del agua y la protección del entorno. Estas acciones contribuyen de forma directa a la mejora de la calidad de vida, al fortalecimiento de la salud pública y a la sostenibilidad ambiental, garantizando la disponibilidad del recurso para las generaciones presentes y futuras (ONU, 2021).

3. METODOLOGÍA

Figura 3. Ubicación del drenaje de la Quebrada Los Flores.

3.2 Métodos

3.2.1 Análisis Cartográfico (SIG)

Como se observa en la Figura 4 se recopilamos datos geoespaciales provenientes del Instituto Geográfico Militar (IGM), del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y del Ministerio del Ambiente y Energía (MAE). Estos insumos fueron procesados en el software ArcGIS Pro, permitiendo la elaboración de mapas temáticos de erosión del suelo, erodabilidad, cambio de cobertura vegetal, conflictos de uso y uso potencial del suelo. Durante el procesamiento de la información, se aplicaron procedimientos de georreferenciación, reclasificación raster, superposición de capas y modelado digital del terreno, lo que permitió establecer una base de análisis confiable y precisa, proporcionando una base técnica para la evaluación de impactos ambientales en la quebrada los Flores.

Para delimitar las categorías de uso y cobertura del suelo, se llevó a cabo un análisis espacial utilizando el software ArcGIS Pro, con información cartográfica en formatos vectorial y ráster previamente georreferenciada. En primera instancia, se realizó una reclasificación temática mediante la herramienta Reclassify, aplicando criterios diferenciados para actividades agropecuarias, conflictos de uso del suelo, tipologías de cultivos y zonas con influencia antrópica. Posteriormente, se emplearon procedimientos de superposición y combinación de capas mediante herramientas de análisis espacial (Overlay), lo que permitió integrar la información y generar cartografía temática consolidada. De manera complementaria, se utilizaron tablas de atributos y el Field Calculator para asignar valores y codificar las categorías, complementando estos procesos con digitalización y edición cartográfica orientadas a corregir inconsistencias espaciales. Finalmente, la información se validó mediante verificación de campo y revisión de metadatos, asegurando la confiabilidad y calidad de los datos para su posterior análisis.



Figura 4 Procesos de uso de los sistemas de información geográfica.

3.2.2 Puntos de Muestreo en la Quebrada Los Flores

De acuerdo con Gustavson et al. (2013), la determinación de los puntos de muestreo requiere la ejecución de una salida de campo con el propósito de identificar las franjas prioritarias dentro del área de estudio donde la presión antrópica es más significativa sobre el ecosistema. En este contexto, mediante el uso de un dispositivo GPS se establecieron cuatro puntos de muestreo, distribuidos de forma representativa entre zonas de media y baja altitud, tal como se presenta en la Figura 5, con el fin de asegurar la representatividad estadística de la información recolectada. La selección de cada sitio consideró criterios como la cercanía a áreas agrícolas, usos agropecuarios, conflictos de uso del suelo y sectores con influencia humana directa. Adicionalmente, se registraron las coordenadas geográficas y las características físicas de cada punto, información que sirvió de base para el posterior análisis de laboratorio, cuyos parámetros fisicoquímicos se detallan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1 Parámetros.

<i>PARÁMETROS EN LABORATORIO</i>
<i>Conductividad Eléctrica</i>
<i>Oxígeno Disuelto</i>
<i>Sólidos Totales</i>
<i>Coliformes Fecales</i>
<i>Escherichia coli</i>
<i>pH</i>

Tabla 2. Coordenadas

<i>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO</i>		
<i>PUNTOS</i>	<i>COORDENADAS UTM</i>	
	<i>Longitud</i>	<i>Latitud</i>
<i>A1</i>	818251.78 m E	9 965 706.31 m S
<i>A2</i>	818182.70 m E	9 965 694.37 m S
<i>B1</i>	818206.62 m E	9 965 556.81 m S
<i>B2</i>	818123.92 m E	9 965 438.86 m S

Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos, cada muestra fue codificada y registrada para asociarla con su punto de muestreo correspondiente, donde A1 equivale a la parte media y A2, B1 y B2 a la parte baja del drenaje menor donde hay mayor potencial de actividades antrópicas, como se puede observar en la Figura 5. Posteriormente, se trasladaron a los laboratorios del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Urcuquí, con la colaboración del Ministerio del Ambiente y Energía (MAE) donde se midieron los parámetros de Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales, pH y presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli*, siguiendo protocolos estandarizados de calidad de agua. Se registraron los datos en tablas estructuradas, con observaciones de campo que permitieron contextualizar los resultados según las actividades antrópicas presentes. Esta metodología aseguró la fiabilidad y precisión de los datos, proporcionando una base sólida para evaluar la calidad del agua y compara los resultados en base a los límites máximos permisibles sobre descargas a un cuerpo de agua dulce en la quebrada Los Flores.

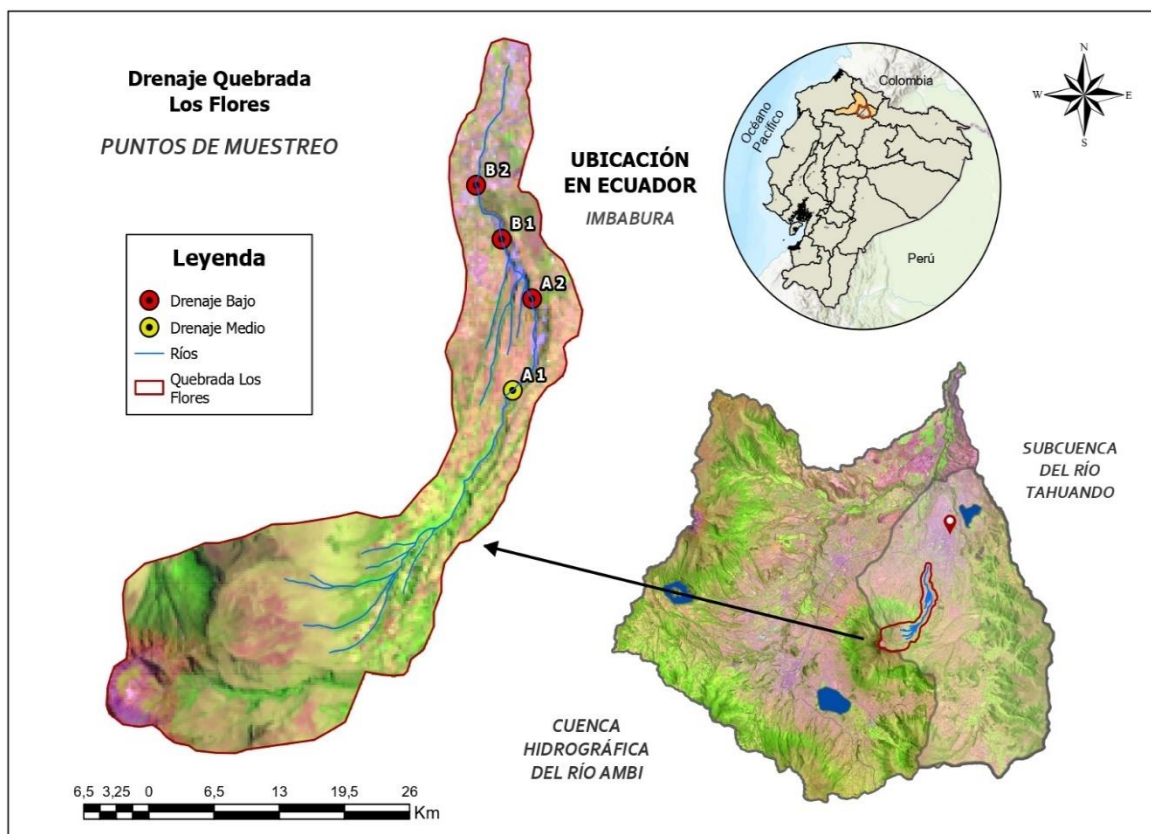


Figura 5. Puntos de muestreo.

Para la obtención de los datos fisicoquímicos se empleó un multímetro portátil HQ40D de la marca HACH, utilizando un volumen aproximado de 250 mL de agua por muestra en cada uno de los cuatro puntos de muestreo, con el fin de determinar los parámetros de pH y conductividad eléctrica. Para la medición de oxígeno disuelto se utilizó el kit de prueba HACH modelo OX-2P para rango alto (1 a 20 mg/L), aplicando el método de titulación yodométrica. El procedimiento consistió en llenar completamente una botella de demanda química de oxígeno con la muestra, evitando la formación de burbujas de aire, seguida de la adición de los reactivos de Oxígeno Disuelto 1 y 2 para la fijación del oxígeno y formación del precipitado flocofento. Posteriormente, tras permitir la sedimentación del flóculo, se incorporó el Reactivo 3, logrando la disolución del precipitado y la coloración amarilla de la muestra. Finalmente, se realizó la titulación gota a gota con solución de tiosulfato de sodio hasta alcanzar el punto final, identificado por el cambio de color de amarillo a incoloro, siendo el número de gotas empleadas equivalente a la concentración de oxígeno disuelto expresada en mg/L para cada punto muestreado.

Se determinó la concentración de coliformes fecales y *E. coli* mediante el método de filtración por membrana utilizando el medio de cultivo m-ColiBlue24. Inicialmente, se vertió el contenido de una ampolla de caldo m-ColiBlue24 sobre una almohadilla absorbente estéril colocada dentro de una placa de Petri. Se montó el aparato de filtración y se colocó un filtro de membrana estéril con la cuadrícula hacia arriba. La muestra de agua, previamente mezclada, se vertió en el embudo y se aplicó vacío para filtrarla; en casos de volúmenes menores a 20 mL, se añadieron 10 mL de agua de dilución estéril antes de la filtración. Posteriormente, se enjuagó el embudo tres veces con 20 a 30 mL de agua de dilución tamponada estéril. Una vez finalizada la filtración, se transfirió el filtro de membrana sobre la almohadilla absorbente saturada con el medio, asegurando que no quedaran burbujas de aire atrapadas, y se incubó la placa de Petri invertida a 35 - 0.5°C durante 24 horas. Finalmente, se realizó el conteo de colonias utilizando un microscopio, identificando las colonias rojas y azules como coliformes fecales, y específicamente las azules como *E. coli*.

3.2.3 Encuestas socio-ambientales

Como señala Toledo (2013), cuando se está levantando información base en una zona, es necesario implementar encuestas socioambientales, debido a la ausencia de estudios previos en la zona, se implementaron presencialmente encuestas socioambientales dirigidas a los habitantes de las comunidades aledañas quienes constituyen la principal fuente de información sobre el área. Este enfoque permitió identificar las actividades humanas que inciden directamente en la quebrada, así como las percepciones y experiencias locales respecto a su estado ambiental. La información recolectada constituyó un registro inicial de condiciones ambientales y sociales, sirviendo como base para futuras evaluaciones y posibles elaboraciones de estrategias de manejo adaptadas a la realidad.

En la Figura 6, se representa cómo la encuesta estuvo compuesta por secciones que abordaban temáticas como usos del suelo, tipos de cultivos, actividades agropecuarias, manejo de residuos, vertimientos y otros usos antropogénicos, incluyendo además ítems sobre frecuencia de las actividades, métodos de manejo de desechos y disposición de vertidos, con preguntas de opción múltiple y cerradas que facilitaron su análisis cuantitativo. La estructura permitió organizar la información de manera sistemática, garantizando que los datos obtenidos fueran consistentes y comparables entre los distintos puntos de aplicación, facilitando la

vinculación de las respuestas con variables ambientales específicas para evaluar de manera integral las presiones antrópicas en la quebrada de Los Flores.



Figura 6. Diseño de encuesta.

3.2.4 Matriz de Leopold y Conesa Fernández para la Evaluación de Impactos Ambientales.

Tal como se observa en la Figura 7, la aplicación de la Matriz de Leopold se desarrolló mediante un procedimiento sistemático, diseñado para identificar las interacciones entre las acciones antrópicas y los componentes ambientales del área de estudio. En una primera fase, se determinaron las principales actividades humanas y los factores del medio potencialmente afectados, a partir de recorridos de campo, análisis de información secundaria y recopilación de datos ambientales. Posteriormente, se elaboró la matriz de interacción, cruzando cada acción identificada con los componentes ambientales relevantes, de modo que cada intersección representara una relación potencial de causa–efecto. Para cada interacción, se asignaron valores cuantitativos de magnitud e importancia, empleando una escala estandarizada que consideró criterios como la intensidad, la duración y el alcance espacial del impacto.

Como se observa en la Figura 7, la aplicación de la Matriz de Leopold permitió organizar la información de manera estructurada y sistemática, facilitando el análisis e interpretación del nivel de afectación ambiental generado por las actividades antrópicas

presentes en el área de estudio. Esta herramienta permitió sintetizar y jerarquizar los impactos potenciales de acuerdo con su importancia relativa dentro del entorno de la quebrada, constituyéndose en un instrumento analítico clave para orientar el proceso de evaluación ambiental. El procedimiento se desarrolló bajo criterios técnicos estandarizados, garantizando la coherencia metodológica y la correspondencia entre las actividades identificadas en campo y los componentes ambientales evaluados, lo que permitió diferenciar impactos directos e indirectos con un alto grado de precisión.



Figura 7. Metodología de Leopold.

De manera complementaria, se implementó el método de Conesa Fernández-Vítora para la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales en la quebrada Los Flores. Este procedimiento se llevó a cabo mediante un levantamiento sistemático de variables ambientales y antrópicas, apoyado en un reconocimiento in situ, cuyo objetivo fue localizar y caracterizar las principales acciones humanas, tales como fuentes puntuales y difusas de contaminación, tipos de uso del suelo y vías de acceso. Asimismo, se identificaron los componentes ambientales susceptibles de afectación, entre los que destacan el recurso hídrico, los suelos, la cobertura vegetal, la fauna y el componente humano receptor. El trabajo integró registros georreferenciados obtenidos mediante GPS y fotografías de control, además de la revisión de información secundaria proveniente de planes de ordenamiento, cartografía temática y antecedentes técnicos. Toda la información recopilada fue sistematizada en fichas

técnicas con el fin de asegurar la homogeneidad de las variables incorporadas en la matriz, considerando la definición operativa de cada factor, la unidad de observación y el período de referencia, conforme se presenta en la Figura 8.

El propósito del paso 3, según se observa en la Figura 8, consistió en la construcción, valoración y control de calidad de la matriz. Para ello, se elaboró una matriz bidimensional, con filas correspondientes a las acciones y columnas a los componentes, indicando en cada intersección la posible relación de causa–efecto. Se aplicó una escala estandarizada de 1 a 10, diferenciando de manera clara los criterios de magnitud (intensidad física medida o estimada), extensión (área o proporción del receptor afectado), duración (transitoria/temporal versus permanente) y probabilidad, basando las puntuaciones en información obtenida directamente en campo. Asimismo, la asignación de valores se documentó durante los recorridos de campo, registrando la justificación técnica correspondiente a cada puntuación.



Figura 8. Metodología de Conesa Fernández Vítora.

3.2.5 Matriz de Vester

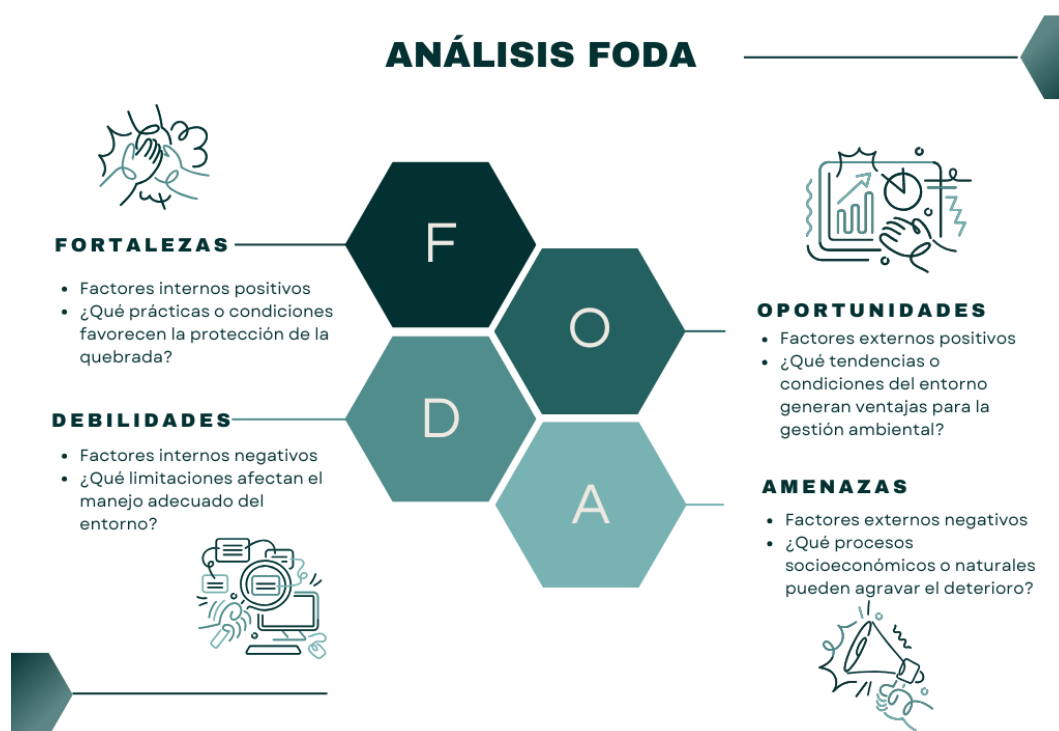
La aplicación de la Matriz de Vester en la quebrada Los Flores se realizó a partir de las variables previamente definidas mediante las metodologías de Conesa Fernández-Vítora y Leopold, correspondientes a los factores ambientales y a las acciones antrópicas de mayor incidencia en el área de estudio. Dichas variables fueron validadas y ajustadas mediante recorridos de campo, con el fin de asegurar su correspondencia con las condiciones reales del entorno, considerando componentes físicos, bióticos y sociales. Con base en esta información, se procedió a la construcción de la matriz cuadrada, en la cual cada variable fue contrastada con las demás para establecer el nivel de influencia e interdependencia existente entre ellas.

El proceso de evaluación se llevó a cabo mediante la aplicación de una escala ordinal de 0 a 3, en la cual el valor 0 indicó la inexistencia de relación entre variables, mientras que el valor 3 representó un grado de influencia fuerte. Las puntuaciones obtenidas permitieron calcular los valores de influencia ejercida (filas) e influencia recibida (columnas), cuyos resultados se interpretaron posteriormente mediante el diagrama de motricidad y dependencia. De esta manera, el procedimiento facilitó la jerarquización de las variables según su nivel de interacción dentro del sistema ambiental, consolidando una base metodológica que permitió comprender la dinámica interna del entorno evaluado y orientar la toma de decisiones hacia los factores con mayor capacidad de control, respuesta e incidencia sobre el comportamiento del sistema.

3.2.6 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

Tal como se presenta en la Figura 9, el análisis se desarrolló a partir de la delimitación del área de estudio y la recopilación de información obtenida mediante inspecciones de campo, revisión de registros técnicos y consultas a fuentes institucionales vinculadas con la gestión ambiental del sector. Con base en estos insumos, se establecieron los criterios técnicos necesarios para la identificación de los factores internos y externos que inciden en la dinámica ambiental del área, los cuales fueron organizados de acuerdo con su naturaleza ambiental, social y antrópica. Posteriormente, los elementos identificados fueron categorizados en fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, considerando la información validada tanto a nivel documental como en campo. Finalmente, se estructuró la matriz FODA integrando los

factores de forma sistemática, conforme a los lineamientos metodológicos aplicados a los procesos de planificación y gestión ambiental.



Modificado de Marta Borreguero (2020).

Figura 9. Metodología de análisis FODA.

3.2.7 Programa Integral de Mejora Ambiental para la Quebrada Los Flores

La elaboración del Programa Integral de Mejora Ambiental se llevó a cabo como un proceso independiente dentro del estudio, estructurado específicamente para organizar medidas orientadas a la prevención, mitigación de los impactos identificados y restauración del ecosistema. Para ello, se definió un lineamiento metodológico propio que permitió establecer un conjunto ordenado de acciones ambientales. La metodología inició con la recopilación y sistematización de todos los impactos, agrupándolos por componente ambiental y por su categoría de significancia. Este ordenamiento fue fundamental para definir la estructura del programa, ya que permitió asociar cada impacto con un tipo de intervención posible, garantizando coherencia y pertinencia en la propuesta elaborada.

Posteriormente, se procedió a la formulación de proyectos ambientales. Para esta etapa se definieron criterios operativos que permitieron seleccionar medidas realistas, aplicables y acordes con el nivel de afectación observado en la quebrada Los Flores. Cada proyecto se construyó detallando objetivos específicos, acciones recomendadas, lineamientos de implementación y una justificación técnica que respaldara su incorporación. Esta fase se realizó considerando que el propósito del programa no era ejecutar medidas correctivas de alta complejidad, sino establecer pautas preventivas y de mitigación que pudieran aplicarse a corto y mediano plazo, en función del contexto actual del área de estudio.

En la estructura metodológica también se integró la revisión de experiencias similares documentadas en estudios previos. Según Sánchez (2015), la elaboración de programas ambientales derivados de una evaluación de impactos permite transformar los hallazgos del diagnóstico en acciones prácticas de manejo, siempre que exista una relación directa entre el impacto y la medida propuesta. Esta perspectiva coincidió con el enfoque aplicado en este estudio, ya que la construcción del programa se basó en la trazabilidad entre impacto-medida, evitando sugerencias desconectadas del contexto ambiental real. Asimismo, Mora y Rojas (2019) destacan que los programas complementarios a un estudio de impacto ambiental permiten fortalecer procesos de gestión local sin sustituir a un plan de manejo formal, lo cual respalda la naturaleza de esta propuesta como un instrumento técnico de apoyo y no como una obligación normativa adicional.

Una vez definidos los proyectos, la metodología incorporó una etapa de validación interna, en la que se verificó la coherencia entre los objetivos planteados, las acciones propuestas y la magnitud de los impactos a los que respondían. Para ello, se revisaron nuevamente las categorías de impacto, asegurando que las medidas incluidas fueran proporcionales al nivel de afectación y que no excedieran la capacidad de gestión del área. Este proceso permitió depurar acciones repetitivas, ajustar la redacción técnica y consolidar solo aquellas medidas que presentaban pertinencia ambiental y factibilidad operativa.

Finalmente, el programa fue estructurado en un documento técnico que integró los proyectos, las acciones específicas, los criterios de implementación y la justificación ambiental correspondiente. Esta última etapa consistió en organizar la información de manera clara y secuencial, de tal forma que el programa pudiese ser utilizado como un instrumento práctico, comprensible y directamente vinculado a los resultados obtenidos en el estudio. Con ello, el

Programa Integral de Mejora Ambiental quedó establecido como una propuesta metodológica aplicable al contexto de la quebrada Los Flores, diseñada exclusivamente desde los impactos identificados y orientada a fortalecer la prevención, la mitigación y la compensación ambiental en el área de estudio.

3.3 Materiales y equipos

La tabla 3 muestra los materiales y equipos empleados para realizar el muestreo y análisis de campo. Estos recursos son esenciales para recolectar, registrar y procesar los datos del estudio, asegurando así la precisión y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 3. Materiales y equipos.

<i>Materiales</i>	<i>Equipos</i>
<i>Frascos para muestras</i>	Laptop
<i>Marcadores</i>	GPS Garmin
<i>Libreta</i>	pH-metro
<i>Botas de caucho</i>	Cámara
	Multiparámetros

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico de actividades antrópicas en la zona poblada de la quebrada de Los Flores

A continuación, se muestra información de la calidad y nivel de vida de los habitantes del área de estudio, mediante el detalle de información específica de la población en cuanto a los servicios básicos que poseen, principales actividades económicas y actividades antrópicas de la zona.

4.1.1 Diagnóstico socio ambiental

Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a 24 familias de los barrios Unión y Progreso, Pitanquí y 10 de Agosto evidencian que la estructura poblacional presenta una marcada concentración en los grupos etarios de 31–43 años y 44–56 años, ambos con un 29% como se evidencia en la Figura 10 (A), lo que sugiere que la mayor parte de los habitantes corresponde a una población adulta. De igual manera, se identifica una predominancia del género femenino (67%) en base a la Figura 10 (B). A esto se suma que el 54% de los encuestados reporta haber residido en el sector por más de 10 años, lo que condiciona la manera en que interpretan y valoran los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico como indica la Figura 10 (C). Esta observación coincide con lo planteado por (Sánchez, 2009), quien señala que la percepción humana sobre los ecosistemas suele construirse desde experiencias directas más que desde marcos técnicos y científicos, lo cual se refleja en la forma en que los moradores evalúan los impactos ambientales del sector.

En cuanto a la percepción socioambiental, los resultados representados en la Figura 10 (D) evidencian que el 50% de los encuestados considera que no es favorable habitar en las inmediaciones de la quebrada, lo que refleja una actitud cautelosa frente a las condiciones ambientales del sector. Este criterio se ve estrechamente asociado con el hecho de que el 75% de los residentes manifiesta haber observado un deterioro en la calidad del agua en los últimos años como se ve en la Figura 10 (E), percepción que coincide con los patrones de degradación ambiental descritos por Saravia-Maldonado et al. (2024) para sistemas hídricos sometidos a

presión antrópica. Esta tendencia indica que la comunidad no solo percibe los cambios físicos en el recurso, sino que es capaz de relacionarlos con posibles riesgos ambientales para comprender la evolución de las presiones antrópicas sobre la quebrada.

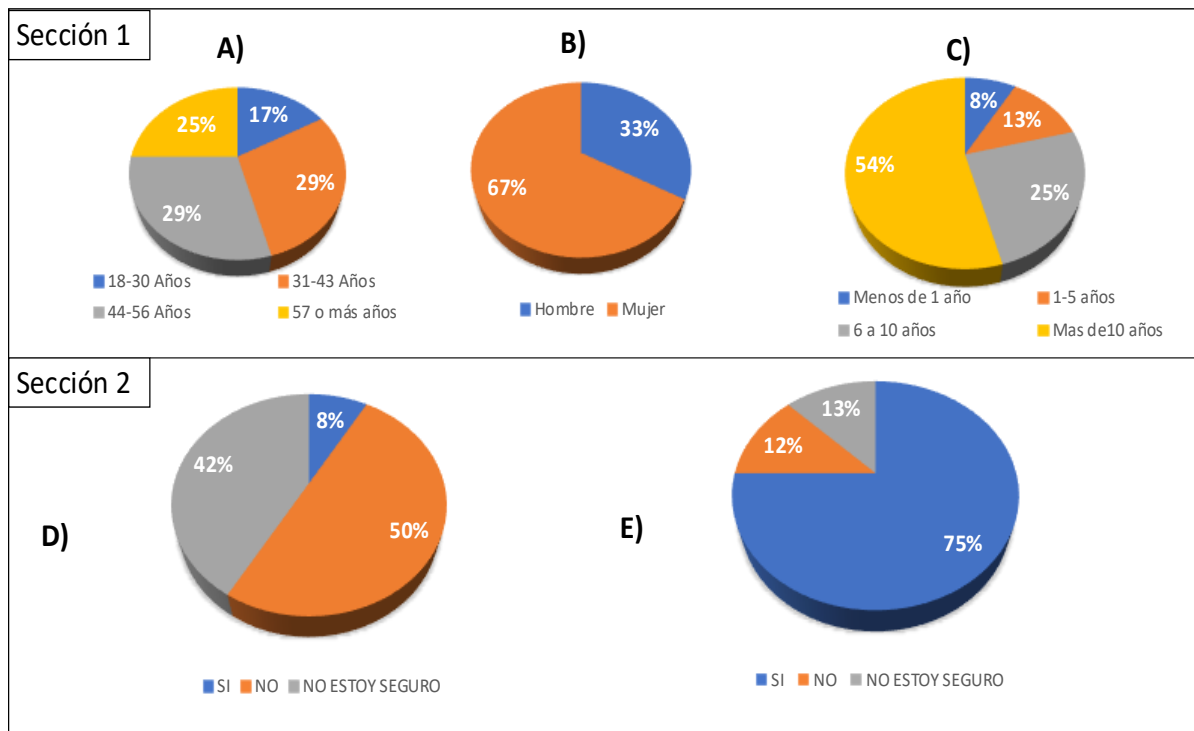


Figura 10. Resultados de las encuestas, sección 1 y 2 A) Edades, B) Género, C) ¿Hace cuánto tiempo vive en este barrio?, D) ¿Considera usted beneficioso vivir cerca de una quebrada?, E) ¿Ha notado algún cambio en la calidad del agua de la quebrada en los últimos años?.

Los resultados de la Sección 3, ilustrados en la Figura 11, muestran que la población distingue con claridad los procesos que ejercen mayor presión sobre la quebrada, lo que refleja un conocimiento ambiental construido a partir de la interacción cotidiana con el entorno. En particular, el vertido de residuos, identificado como la actividad de mayor afectación, evidencia una problemática que trasciende lo visual y se constituye en un indicador de degradación sistemática del ecosistema. La contundencia de 16 respuestas en la categoría de afectación alta indica que la comunidad no solo reconoce la presencia de desechos, sino que también comprende que estos alteran la estabilidad del cauce y su capacidad de autorregulación. Este patrón coincide con lo planteado por Restrepo et al. (2021), quienes argumentan que la acumulación de residuos en cuerpos de agua pequeños produce alteraciones biofísicas rápidas

debido a su baja capacidad de dilución. Así, la percepción local se convierte en un insumo clave para comprender la magnitud del impacto asociado a esta actividad.

La deforestación aparece como otra de las prácticas que la comunidad reconoce como generadora de presiones relevantes, especialmente por las 14 respuestas en afectación media que obtiene. Este resultado sugiere que los habitantes relacionan directamente la pérdida de vegetación con la alteración visible del paisaje y con los cambios en la estabilidad del terreno. La sensibilidad social frente a este proceso coincide con lo señalado por Cruz y Benavides (2020), quienes indican que, en microcuencas con pendientes pronunciadas, incluso reducciones moderadas de cobertura arbórea pueden intensificar la erosión y la movilidad de sedimentos. La percepción registrada en las encuestas muestra que la población ha observado estos efectos de manera sostenida, lo que evidencia que la deforestación no es percibida como un fenómeno aislado, sino como un proceso progresivo que contribuye al deterioro ambiental de la quebrada.

Las actividades vinculadas a la ganadería y la construcción presentan patrones de afectación que, aunque no extremos, resultan persistentes y perceptibles para la comunidad. En el caso de la construcción, con 18 respuestas en la categoría de afectación media, se identifica como una intervención que modifica la forma del terreno y altera la dinámica del flujo superficial. Esta percepción coincide con los planteamientos de Bermeo et al. (2019), quienes señalan que la urbanización desordenada altera los procesos de drenaje y aumenta la susceptibilidad del suelo a la desestabilización. Por su parte, la ganadería, con 12 respuestas también en afectación media, refleja una actividad que la población relaciona con cambios en la compactación del suelo y en la cobertura vegetal, factores que influyen directamente en la escorrentía y en la capacidad de retención hídrica. Estas percepciones comunitarias evidencian que, aun sin generar impactos considerados severos, ambas actividades contribuyen a modificar gradualmente el equilibrio ecológico de la quebrada.

La agricultura y la minería no metálica presentan patrones de percepción más heterogéneos, pero igualmente relevantes desde el enfoque socioambiental. La agricultura, que concentra 13 respuestas en la categoría “no afecta”, muestra una valoración condicionada por la experiencia directa de los pobladores, quienes distinguen entre prácticas agrícolas tradicionales y actividades más intensivas. Esto coincide con lo expuesto por Salazar y Paredes (2022), quienes señalan que en áreas rurales andinas la percepción del impacto agrícola

depende en gran medida del tipo de manejo que se realiza en las parcelas. En contraste, la minería no metálica, con 10 respuestas en afectación media, refleja una comprensión local de los riesgos asociados a la remoción de materiales y a la alteración física del relieve. Como señalan Ortega y Villacís (2023), incluso las actividades extractivas de pequeña escala generan modificaciones visibles en la morfología del terreno y en la conectividad de los flujos superficiales. La lectura comunitaria recogida en la Sección 3 confirma que los habitantes reconocen estas transformaciones y las ubican dentro del conjunto de presiones que afectan la dinámica natural de la quebrada Los Flores.

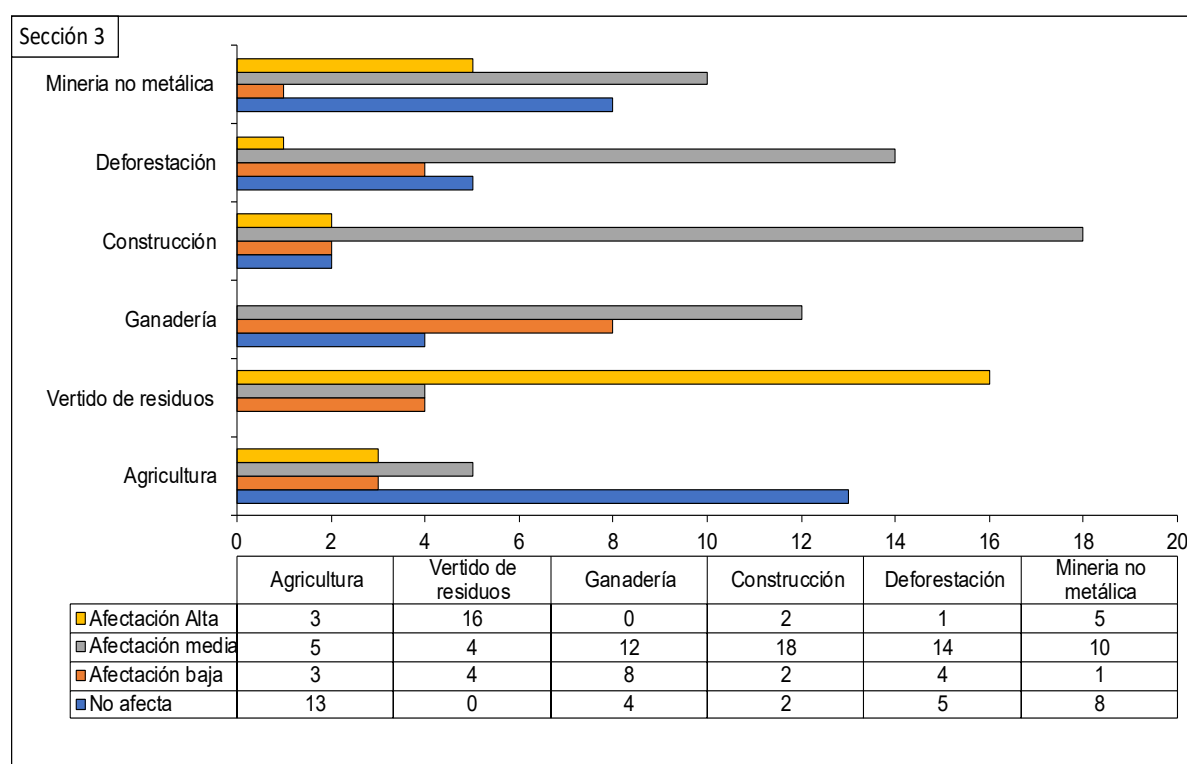


Figura 11. Gráfico de barras de las encuestas (sección 3), 8) ¿Cómo calificaría usted el impacto de las siguientes actividades en la quebrada?.

Según la Figura 12, dentro de las actividades humanas identificadas por la comunidad como factores de afectación directa sobre la quebrada, el vertido de residuos se reconoció como la presión más relevante (29%), seguido por las prácticas agrícolas (23%), que históricamente han generado alteraciones en la cobertura vegetal, incremento de sedimentos y aportes de contaminantes difusos hacia el cauce, como se presencia en la fotografía de la Figura 12 (A). En porcentajes menores se mencionaron actividades como la construcción (16%), la ganadería (13%), la deforestación (11%) y la minería no metálica (8%), las cuales, aunque menos frecuentes en la percepción ciudadana, también representaban fuentes potenciales de

degradación. En conjunto, estos resultados indicaron que la problemática principal estuvo relacionada con la gestión inadecuada de residuos y el uso poco planificado del suelo, también se supo manifestar en las encuestas que la urbanización no controlada, podría ser un factor que intensifica la alteración físico-química del cuerpo hídrico y aceleran procesos de deterioro ambiental en la zona de estudio según la Figura 12 (B).



Figura 12. Evidencia de afectación a los recursos naturales

A) Agricultura, B) Urbanización.

En las zonas media y baja de la quebrada, la alta concentración de viviendas genera una presión considerable sobre los recursos naturales. Según las encuestas, alrededor del 30% de estas viviendas carecen de sistemas adecuados para el manejo de aguas residuales, como se muestra en la Figura 12 (B). Lo que provoca descargas directas sin tratamiento en la quebrada. Armijos-Arcos et al. (2025) reportaron hallazgos similares en una cuenca andina ecuatoriana, donde la ausencia de tratamiento de aguas domésticas afectó la integridad ecológica del sistema hídrico. Esta situación, sumada a la disposición inadecuada de residuos sólidos domésticos, provoca un posible incremento en la contaminación del agua, comprometiendo su calidad y reduciendo la capacidad del recurso para sustentar las actividades agrícolas en las zonas altas.

Como se observa en la Figura 13, la mitad de los encuestados (50%) consideró que la calidad del agua de la quebrada sí afectaba la salud de sus familias, mientras que el 25% manifestó que no lo hacía y otro 25% indicó no estar seguro. Esta distribución evidenció que

existió una percepción dividida en la comunidad, aunque con una tendencia hacia el reconocimiento del posible riesgo sanitario asociado al recurso hídrico. El predominio de la opción afirmativa mostró que una parte significativa de los habitantes relacionó la posible presencia de contaminantes con la aparición de problemas de salud, lo cual resultó consistente con los testimonios obtenidos en campo y con la observación directa de descargas y actividades potencialmente contaminantes a lo largo del cauce. La existencia de un porcentaje considerable de personas que no estuvo segura también reflejó una brecha en el acceso a información ambiental y sanitaria, lo que pudo limitar la comprensión clara de las implicaciones reales de la calidad del agua en la salud humana.

En la Figura 13 se evidenció que un 62 % de los encuestados consideró que la quebrada no mantenía una buena calidad del agua, mientras que un 21 % opinó que sí, y un 17 % manifestó no estar seguro. Esta distribución indica que la percepción predominante en la comunidad fue claramente negativa respecto al estado del recurso hídrico. El alto porcentaje de respuestas que señalaron una mala calidad del agua refleja que, para la mayoría de los habitantes, el cauce ya mostraba signos visibles de deterioro, como cambios en el color y presencia de desechos, elementos que suelen ser reconocidos de manera inmediata por la población local. Por otro lado, el grupo que percibía la calidad del agua como buena constituyó una minoría, lo que sugiere variabilidad en la experiencia cotidiana de los moradores con distintos tramos de la quebrada.

Asimismo, el análisis mostró que, entre las medidas propuestas para mejorar la calidad del agua, la comunidad priorizaba los programas de reforestación y la regulación más estricta de las actividades humanas, ambas con un 33 %. Esto refleja una percepción clara sobre la necesidad de recuperar la cobertura vegetal y de establecer controles más efectivos sobre las prácticas que deterioran el ecosistema. En menor proporción, un 21 % de los encuestados consideró fundamental implementar procesos de educación ambiental, mientras que solo un 13 % mencionó la creación de zonas protegidas, lo que sugiere que, para la población, la solución inmediata no radica tanto en declarar áreas de conservación, sino en intervenir directamente el territorio mediante acciones correctivas y preventivas. Estos resultados coinciden con lo señalado por Figueroa et al. (2020), quienes destacan que la restauración ecológica y la gestión comunitaria son elementos clave para recuperar la funcionalidad de ecosistemas hídricos afectados por actividades antrópicas.

En la Figura 13, se observa que la gran mayoría de los encuestados no había participado en actividades de limpieza o conservación de la quebrada, alcanzando un 75%, lo que evidenciaba una baja implicación comunitaria en acciones directas de mantenimiento ambiental. Solo un 17% indicó haber participado en alguna minga, mientras que un 8% expresó no estar seguro, lo cual reflejaba un nivel limitado de organización o continuidad en este tipo de iniciativas. Este resultado sugiere que, pese a reconocer los problemas ambientales del sector, la población mantenía una participación reducida en procesos colectivos de cuidado del ecosistema. Estos comportamientos coinciden con lo señalado por Monzón-Reyes et al. (2025), quienes indican que la falta de participación comunitaria activa representa un factor crítico que limita la eficacia de las estrategias locales de gestión de recursos hídricos, especialmente en territorios donde las presiones antrópicas son persistentes.

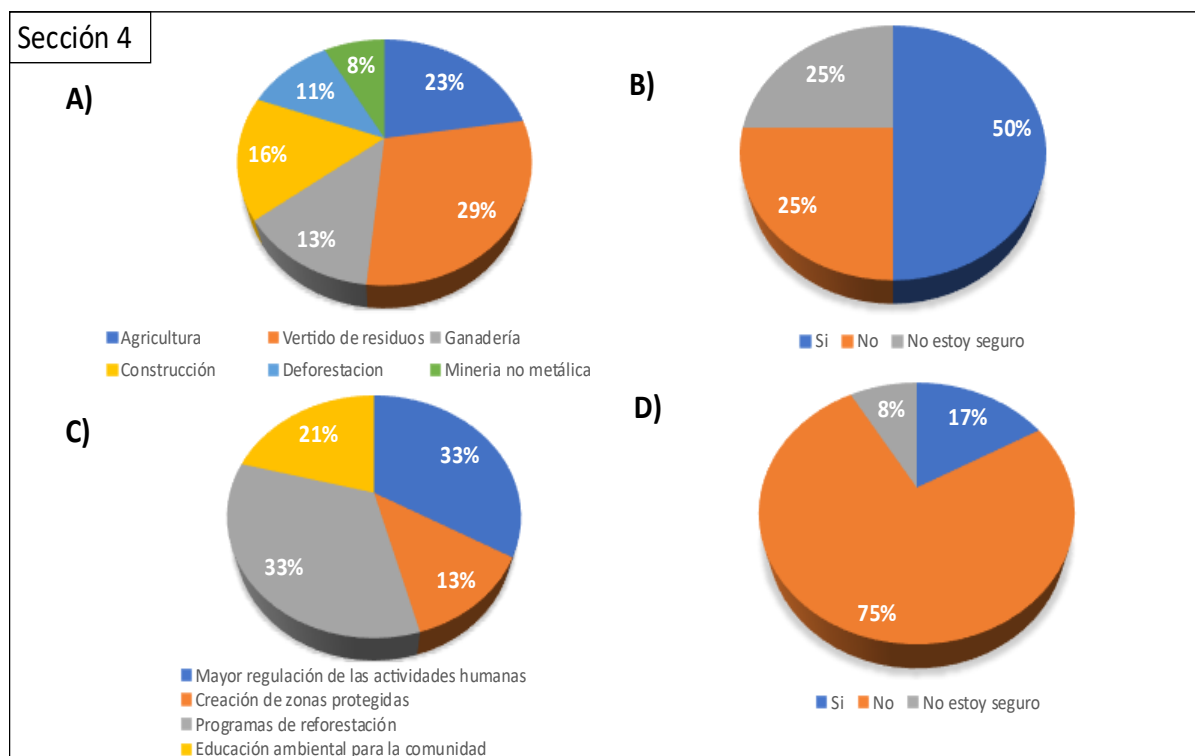


Figura 13. Resultados de las encuestas, sección 4. A) ¿Cuáles de las siguientes actividades humanas cree que han afectado la quebrada?, B) ¿Cree que la calidad del agua de la quebrada afecta la salud de su familia?, C) ¿Ha participado en alguna actividad de limpieza (minga) o conservación de la quebrada?, D) ¿Qué medidas cree que se deberían tomar para mejorar la calidad del agua de la quebrada?.

4.1.2 *Identificación de los conflictos de uso de suelo*

Como muestra la Figura 14, se evidencia una predominancia de áreas con sobreutilización del suelo, especialmente en los niveles moderado y severo, concentradas principalmente a lo largo del eje central de la microcuenca. Estas zonas se distribuyen de forma longitudinal siguiendo el cauce de la quebrada, lo que indica una presión antrópica directa sobre las áreas de mayor sensibilidad ambiental. En menor proporción se identifican áreas con subutilización, localizadas de manera dispersa en sectores periféricos y de transición entre zonas productivas y áreas naturales. Las áreas sin conflicto de uso presentan una representación espacial mínima, mientras que los sectores sin intervención antrópica se concentran principalmente en la parte baja de la microcuenca, asociadas a remanentes de cobertura vegetal natural y cuerpos de agua.

Estudios previos señalan que, cuando el uso del suelo no se ajusta a su capacidad potencial, se incrementan los procesos de degradación física, química y biológica, reduciendo la productividad del terreno y afectando la estabilidad de los ecosistemas (Sylvester et al., 2020). En este contexto, la marcada presencia de conflictos por sobreutilización en la quebrada Los Flores indica un uso intensivo del territorio sin considerar las limitaciones edáficas y topográficas de la zona, lo que aumenta la susceptibilidad a la erosión, la pérdida de fertilidad y la alteración del régimen hidrológico. Del mismo modo, la existencia de áreas subutilizadas refleja una gestión territorial ineficiente, donde suelos con potencial productivo permanecen marginados o dedicados a actividades de baja intensidad.

Por otra parte, las áreas sin intervención antrópica desempeñan una función ambiental estratégica, actuando como zonas de regulación hídrica, conservación de la biodiversidad y amortiguamiento de los impactos derivados del cambio de uso del suelo. Estos sectores representan espacios clave para la provisión de servicios ecosistémicos esenciales y para la estabilidad ecológica de la microcuenca. Rahman (2023) indica que la pérdida de cobertura vegetal y la transformación acelerada del uso del suelo contribuyen de manera significativa a la degradación edáfica y a la desertificación, lo que resalta la necesidad de conservar estas áreas como espacios de protección y manejo sostenible dentro del territorio de la quebrada Los Flores.

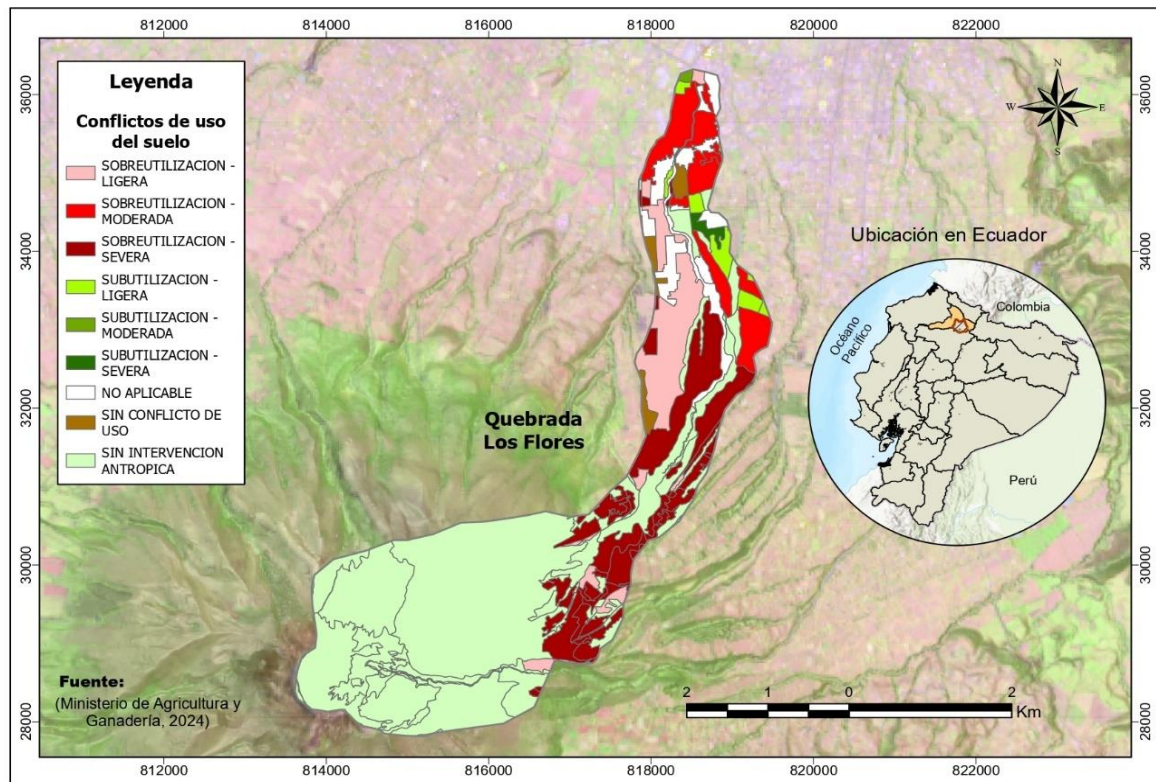


Figura 14. Conflictos de uso de suelo en la Quebrada de Los Flores.

4.1.3 Identificación del uso potencial de la cobertura del suelo

Según el análisis del mapa de cobertura y uso del suelo en la quebrada Los Flores (Figura 15), se identifican diversas categorías que reflejan la heterogeneidad funcional del territorio, entre las que predominan los cultivos permanentes y semipermanentes, los cultivos de ciclo corto, los pastizales y las áreas sin uso agropecuario. Las áreas destinadas a cultivos, representadas principalmente en tonalidades naranja y amarillo, se concentran en la parte alta y media de la quebrada, siguiendo un patrón longitudinal asociado a las zonas de pendiente moderada y suelos con mayor aptitud agrícola. Estas zonas evidencian una alta intervención antrópica orientada a la producción agrícola, lo que refleja la importancia del sector productivo en la dinámica territorial de la microcuenca. No obstante, su distribución continua a lo largo del eje de la quebrada sugiere una presión constante sobre los recursos edáficos e hídricos, lo que podría incrementar la susceptibilidad a procesos de degradación si no se implementan prácticas de manejo sostenible.

Por otro lado, las áreas ocupadas por pastizales, representadas en color café, se localizan de manera fragmentada en sectores intermedios y de transición entre zonas agrícolas y áreas

de cobertura natural. Estas zonas presentan condiciones topográficas y edáficas favorables para el desarrollo de actividades ganaderas, aunque su distribución discontinua indica una ocupación selectiva del territorio. Sin embargo, la expansión de los pastizales en áreas de pendiente y cercanas a cauces naturales podría generar procesos de compactación del suelo, pérdida de cobertura vegetal y aumento de la erosión, especialmente en ausencia de prácticas de manejo adecuadas. En este contexto, la ganadería extensiva constituye un factor de presión ambiental que debe ser regulado en función de la capacidad de uso del suelo.

Asimismo, se identifican áreas correspondientes a bosques de protección y de producción, representadas en tonalidades verde oscuro y verde claro, localizadas principalmente en la parte media y baja de la quebrada, asociadas a zonas de mayor pendiente y franjas ribereñas. Estas áreas desempeñan una función ecológica esencial, al contribuir a la regulación hídrica, la estabilidad de las laderas y la conservación de la biodiversidad local. Además, su presencia permite mantener la conectividad ecológica del territorio y actúa como barrera natural frente a procesos erosivos y movimientos de masa. Por consiguiente, la conservación de estos remanentes de cobertura vegetal resulta estratégica para garantizar la sostenibilidad ambiental de la microcuenca.

Finalmente, las áreas sin uso agropecuario, representadas en color verde claro, se concentran principalmente en la parte baja de la quebrada, donde predominan condiciones limitantes para el desarrollo de actividades productivas, como pendientes pronunciadas, baja fertilidad y alta susceptibilidad a la erosión. Estas zonas presentan un alto valor ambiental y constituyen espacios prioritarios para la conservación, la restauración ecológica y la protección de los recursos hídricos. En conjunto, la Figura 15 evidencia un territorio con una marcada intervención antrópica orientada a la producción agropecuaria, lo que resalta la necesidad de implementar un ordenamiento territorial que considere la capacidad real del suelo, promueva un uso sostenible y garantice el equilibrio entre la productividad y la conservación de los ecosistemas de la quebrada Los Flores.

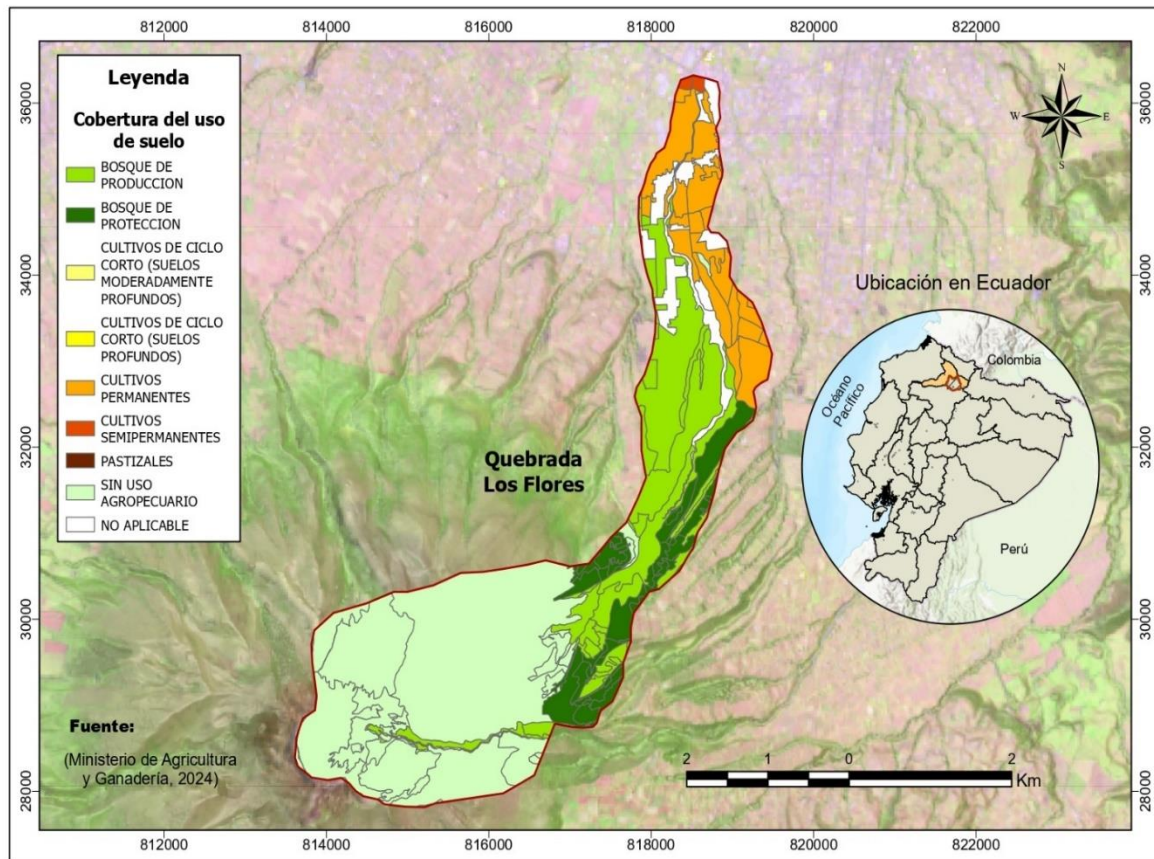


Figura 15. Uso potencial de la cobertura del suelo en la Quebrada de Los Flores.

4.1.4 Identificación de los tipos de cultivo

La Figura 16 permitió identificar los diferentes usos agrícolas en la región, clasificados en cuatro categorías principales: frutales permanentes, frutales semipermanentes, cereales (quinua) y cereal (maíz dulce). Se identificó que el cultivo de quinua ocupa el 47.98% del área total analizada, destacándose como el cultivo predominante en la quebrada. Según Morán-Alonso et al. (2025), la quinua es un cultivo que se adapta con éxito a diversos suelos y climas, lo cual corrobora que la elevada proporción de su uso en la quebrada responde no sólo a preferencias del agricultor sino a aptitudes agroecológicas reales. La quinua es un cultivo de alta rentabilidad, lo que explica su amplia distribución, pues es un cultivo de ciclo corto que permite una rotación eficiente de suelos. Este cultivo no solo aporta económicamente a los agricultores, sino que también tiene un alto valor nutricional, lo que aumenta su demanda en mercados locales y nacionales.

El maíz dulce, por otro lado, ocupa el 44.98% del área total, siendo el segundo cultivo más importante de la quebrada. La alta extensión de este cultivo refleja una fuerte preferencia por el maíz dulce, principalmente por su valor comercial y su adaptabilidad a las condiciones locales. Según Thapa & Rawal (2024), el maíz es altamente adaptable en diferentes agroecologías, lo cual valida el hecho de que los agricultores de la quebrada seleccionan cultivos de ciclo corto y alta rentabilidad, aunque este predominio obliga a un análisis crítico del uso del suelo. El maíz dulce es utilizado tanto para consumo directo como en la producción de otros derivados, lo que amplía su mercado y favorece su cultivo.

Al igual que la quinua, el maíz dulce posee un ciclo corto, lo que permite a los agricultores obtener cosechas más rápidamente y asegurar rentabilidad en el corto plazo. Este cultivo también tiene un valor cultural importante en la región, lo que refuerza su relevancia dentro de las actividades agrícolas locales. En conjunto, la quinua y el maíz dulce representan el 92,96 % del área total, evidenciando una inclinación hacia cultivos de ciclo corto, más rentables y fáciles de manejar. En contraste, los frutales permanentes y semipermanentes tienen una participación mucho menor en la quebrada; los primeros ocupan solo el 5,48 % del área total, mientras que los segundos representan apenas el 1,56 %. Esta baja proporción puede explicarse por factores como las condiciones del suelo y del clima, que no resultan del todo favorables para el desarrollo de estos cultivos.

Además, los frutales permanentes requieren una inversión inicial mayor y un manejo especializado, lo que puede representar un desafío para los agricultores locales, quienes suelen preferir cultivos de ciclo corto debido a su menor riesgo y mayor rentabilidad. Según Thapa y Rawal (2024), la alta adaptabilidad del maíz en diversas zonas agroecológicas explica su predominio, mientras que los frutales semipermanentes presentan una rentabilidad más baja en comparación con otros cultivos. En conjunto, los frutales ocupan apenas el 7,04 % del área total, reflejando una clara preferencia por cultivos más rentables y de rápido crecimiento. Por otro lado, Taame et al. (2023) señalan que la amplia adaptabilidad de la quinua justifica su extensión en la región. No obstante, este patrón evidencia que el uso del suelo debe gestionarse cuidadosamente para evitar la sobreutilización de un recurso limitado.

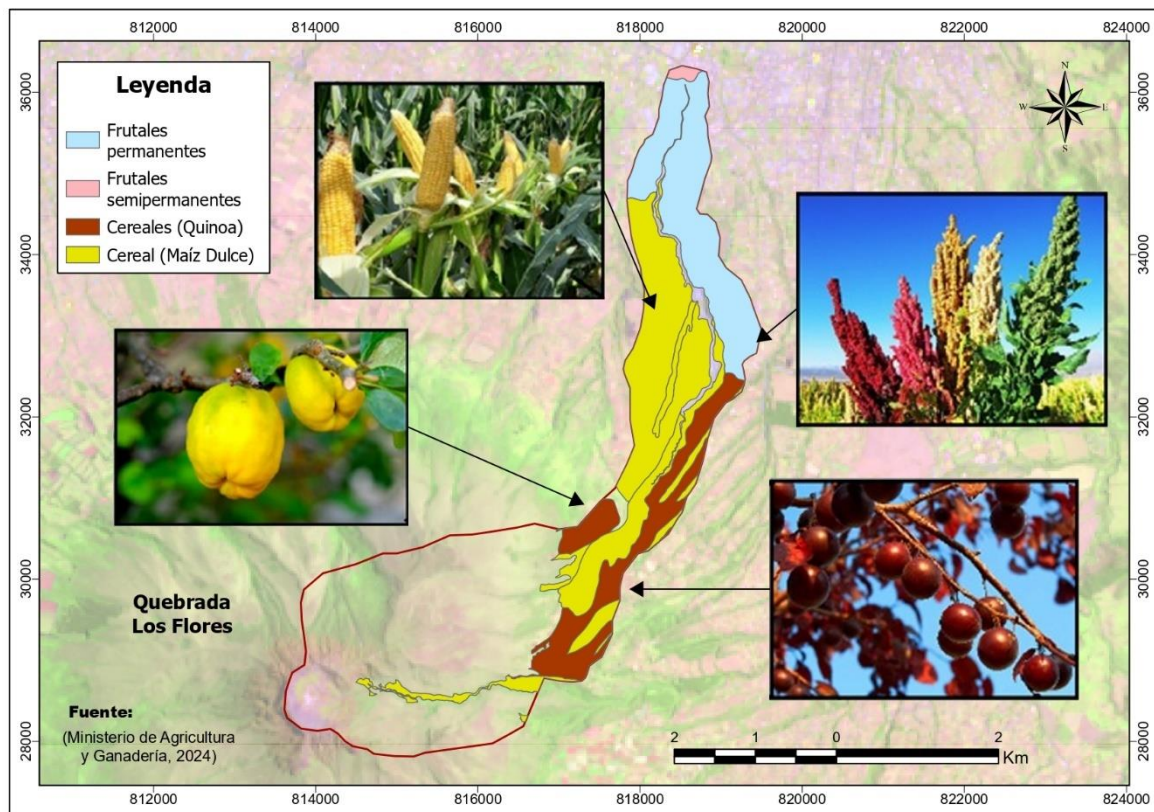


Figura 16. Tipos de cultivos en la Quebrada de Los Flores

4.1.5 Identificación de la cobertura de suelo en la Quebrada Los Flores

El mapa de cobertura de suelo del drenaje menor de la quebrada los Flores proporciona una visión detallada de los diferentes usos del suelo en la región. Se clasifica el territorio en categorías como áreas de conservación y protección, producción agrícola y pecuaria, y otros usos antrópicos como canteras y centros poblados, como se indica en la Figura 17. Esta información es esencial para comprender la distribución de los recursos naturales en la zona y planificar de manera efectiva el manejo del territorio. Según la FAO (2024), la cartografía de cobertura y uso del suelo constituye una herramienta clave para entender la distribución de los recursos naturales y orientar la planificación territorial, lo cual corrobora que la elaboración de dicho mapa en la quebrada permite establecer zonas prioritarias para conservación y gestión (Morán-Alonso et al., 2025).

A través de este mapa, se pudieron identificar las áreas que deben ser priorizadas para la conservación, así como aquellas que requieren una gestión adecuada para evitar conflictos de uso o la sobreexplotación de los recursos naturales. Najmuddin et al. (2018) advierte que cuando la vegetación natural se reduce y se reemplaza por otros usos intensivos, aumentan los procesos de degradación ambiental. Por lo tanto, la correcta gestión de estas áreas es primordial para mantener los servicios ecosistémicos y evitar impactos negativos a largo plazo. Esto facilita una toma de decisiones más informada en cuanto a la planificación territorial y el desarrollo sostenible.

De acuerdo con el análisis de la Figura 17, algunas de estas áreas también están destinadas a la producción sostenible, lo que implica que las actividades agrícolas y pecuarias se realicen de manera controlada, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental. El manejo adecuado de estos espacios resulta fundamental para garantizar que los recursos naturales se utilicen de forma racional, promoviendo la regeneración y evitando la degradación del medio ambiente. De esta manera, la conservación se convierte en una prioridad para el desarrollo de la región, sin comprometer los recursos para las generaciones futuras.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2024) señala que los sistemas de producción agrícola y pecuaria deben integrarse en esquemas que consideren la capacidad del suelo y del ecosistema, evitando así la explotación excesiva. En este contexto, el uso agrícola y pecuario constituye una parte significativa del mapa, con zonas destinadas a cultivos y pastizales para la ganadería. Estas áreas son esenciales para la economía local, ya que permiten la producción de alimentos y la generación de empleo. No obstante, es indispensable que dichas actividades se realicen de manera sostenible, evitando la sobreexplotación del suelo y asegurando su capacidad productiva a largo plazo. La implementación de prácticas agroecológicas, como la rotación de cultivos y el manejo adecuado de pastizales, resulta clave para prevenir la degradación del suelo. Estas medidas permiten mantener la productividad mientras se reduce el impacto ambiental, garantizando la sostenibilidad de las actividades agrícolas y pecuarias en la región.

Por último, el mapa incluye áreas clasificadas como tierras improductivas, acuícolas y avícolas, que tienen características particulares que afectan su uso. Las tierras improductivas, aunque no aptas para la agricultura o la ganadería, representan una oportunidad para llevar a cabo proyectos de restauración ecológica, los cuales pueden ayudar a rehabilitar los

ecosistemas degradados (Morán-Alonso et al., 2025). Las áreas acuícolas y avícolas, por su parte, reflejan la diversificación de las actividades productivas en la región, contribuyendo a la seguridad alimentaria y a la economía local. Estas actividades complementan la agricultura y la ganadería tradicionales, ofreciendo productos adicionales que favorecen la estabilidad económica de las comunidades. En conjunto, el mapa de cobertura de suelo se presenta como una herramienta crucial para el manejo y planificación sostenible de los recursos naturales en la quebrada los Flores.

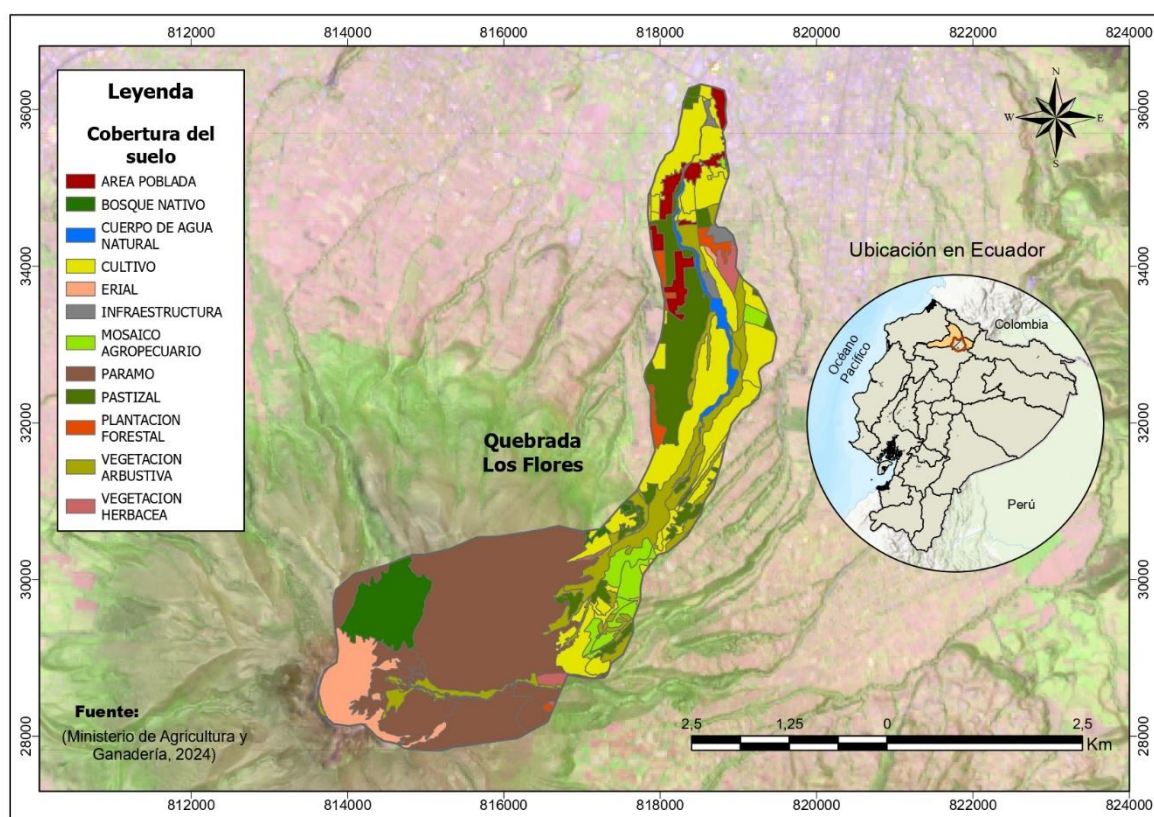


Figura 17. Cobertura del suelo en la Quebrada de Los Flores.

4.1.6 Identificación de la Erosión y Erodabilidad en la Quebrada Los Flores

El análisis del mapa de erosión y erodabilidad de la quebrada Los Flores (Figura 18) permitió identificar de manera espacial la distribución de las áreas más vulnerables a los procesos de degradación del suelo, así como su nivel de susceptibilidad al desgaste por acción hídrica y antrópica. En primer lugar, el mapa clasifica el territorio en tres niveles de erodabilidad: baja, media y alta, lo que facilita la interpretación del comportamiento del suelo

frente a los agentes erosivos. Las zonas con baja erodabilidad, representadas en color verde, se concentran principalmente en la parte alta de la microcuenca, donde predominan pendientes suaves y una mayor cobertura vegetal, condiciones que favorecen la estabilidad estructural del suelo y reducen la susceptibilidad a la erosión. Estas áreas presentan un comportamiento edáfico más estable, lo que permite su aprovechamiento bajo esquemas de manejo sostenible sin comprometer el equilibrio ambiental.

Por otro lado, las áreas con erodabilidad media, representadas en tonalidades amarillas, se ubican en sectores de transición entre la parte alta y media de la quebrada, donde se combinan pendientes moderadas con una cobertura vegetal intermedia. Estas zonas presentan una susceptibilidad moderada a la erosión, lo que indica que, aunque no existe un riesgo inmediato de degradación severa, es necesario aplicar prácticas de manejo adecuadas para prevenir la intensificación de los procesos erosivos. En estos sectores, la implementación de coberturas vegetales permanentes, sistemas agroforestales y otras prácticas de conservación del suelo resulta fundamental para mantener la estabilidad del terreno y reducir la escorrentía superficial.

En contraste, las áreas con alta erodabilidad, representadas en color rojo, se concentran principalmente en la parte baja de la quebrada, donde predominan pendientes pronunciadas y una cobertura vegetal escasa. Estas condiciones aumentan significativamente la vulnerabilidad del suelo frente a la erosión hídrica, favoreciendo la pérdida de material edáfico, el arrastre de sedimentos y la alteración de la estructura del suelo. Por ello, estas zonas constituyen los sectores de mayor vulnerabilidad ambiental dentro de la microcuenca y requieren medidas prioritarias de manejo y restauración para mitigar los impactos negativos asociados a la degradación del suelo.

De manera complementaria, el mapa de erosión distingue tres categorías: erosión imperceptible, moderada y fuerte. La erosión imperceptible, representada en color verde, predomina en gran parte de la microcuenca, especialmente en la parte alta, donde los procesos erosivos son mínimos y no constituyen una amenaza inmediata para la calidad del suelo. Estas áreas mantienen una relativa estabilidad edáfica y pueden destinarse a actividades productivas bajo esquemas de manejo conservacionista. Por su parte, las zonas con erosión moderada, identificadas en color amarillo, se localizan principalmente en la zona media de la quebrada,

donde se observan signos incipientes de degradación, como la formación de pequeños surcos y una mayor exposición del suelo a la escorrentía superficial.

Finalmente, las zonas con erosión fuerte, representadas en color rojo, se concentran en sectores puntuales de la parte baja de la microcuenca, donde la combinación de pendientes pronunciadas, alta erodabilidad y escasa cobertura vegetal ha generado una pérdida significativa de suelo. Estas áreas constituyen los puntos críticos del territorio, ya que comprometen tanto la productividad agrícola como la estabilidad de los ecosistemas locales, además de incrementar el riesgo de deslizamientos y procesos de sedimentación aguas abajo. En conjunto, la Figura 18 evidencia un escenario de alta vulnerabilidad ambiental en determinados sectores de la quebrada Los Flores, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo integral del suelo, orientadas a la conservación, restauración ecológica y reducción de los procesos erosivos, con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental de la microcuenca a largo plazo.

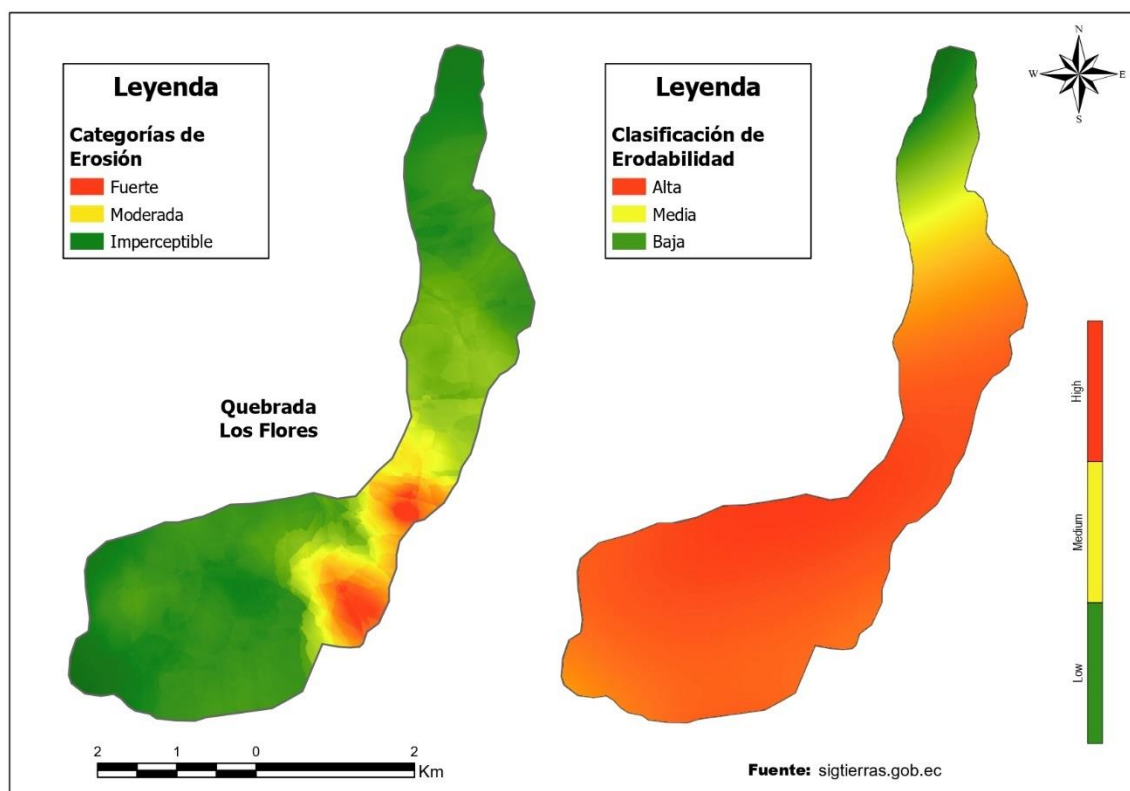


Figura 18. Erosión y Erodabilidad en la Quebrada de Los Flores.

4.2 Identificación de Impactos más significativos con base en la percepción local

De acuerdo con la información recopilada en los barrios Unión y Progreso, Pílanqui y 10 de Agosto. Los resultados muestran que, dentro del conjunto de actividades evaluadas, la población identifica con mayor claridad ciertos impactos como especialmente problemáticos, destacando el vertido de residuos como el de mayor significancia. De acuerdo con la Figura 19, aproximadamente 35 % de los encuestados lo ubica en la categoría de afectación alta, lo que lo convierte en el impacto más reconocido por su influencia directa sobre la calidad del agua y la integridad visual de la quebrada. Esta percepción coincide con lo señalado por Alcca (2021), quien indica que la comunidad tiende a priorizar aquellos impactos cuyo efecto es fácilmente observable en su entorno inmediato, debido a que la visibilidad del deterioro favorece una asociación directa entre la actividad humana y el daño ambiental percibido. La población, por tanto, no solo reconoce el problema, sino que lo incorpora a su comprensión cotidiana del territorio.

En el caso de la deforestación, los resultados muestran que aproximadamente el 30 % de la población la clasifica como un impacto de afectación media, señalándola como una actividad que altera de manera gradual la estabilidad ecológica de la zona. Aunque la pérdida de vegetación no siempre ocurre de forma abrupta, su reconocimiento por parte de la comunidad sugiere un entendimiento intuitivo de cómo la disminución de la cobertura vegetal reduce la protección del suelo y limita la capacidad del ecosistema para autorregularse. Esta interpretación se relaciona con lo planteado por Durango (2022), quien destaca que la deforestación suele percibirse como un proceso que debilita la resiliencia del paisaje y aumenta la vulnerabilidad frente a procesos erosivos. En este sentido, la percepción comunitaria funciona como un indicador temprano de degradación ambiental, incluso cuando los efectos no resultan evidentes para observadores externos.

Otro impacto relevante está asociado a la ocupación urbana y a la construcción sin planificación. Los residentes señalaron que la acumulación de escombros y residuos en el cauce constituye uno de los problemas más visibles, generando obstrucciones que afectan el flujo natural del agua y la estructura del ecosistema. La percepción comunitaria indica que esta práctica incrementa la presencia de materiales sólidos y acelera el deterioro de la calidad del

agua, lo que coincide con lo señalado por Quinaluisa (2014) respecto a cómo los vertidos no regulados alteran la integridad ecológica de los sistemas hídricos.

Las actividades de ganadería y construcción presentan un patrón perceptivo diferente, pero igualmente relevante desde la óptica de la comunidad. En ambas, entre 25 % y 37 % de las respuestas se concentran en la categoría de afectación media, lo que evidencia que la población reconoce su influencia, aunque no las ubica entre los impactos más severos. Esta valoración moderada coincide con lo descrito por Gonzales et al. (2005), quienes señalan que las comunidades generalmente perciben estos impactos como “transformaciones silenciosas”, asociadas a cambios progresivos en el relieve, compactación del suelo, incremento de sedimentos o alteración del drenaje natural. Por ello, aunque los habitantes no identifican estas actividades como amenazas extremas, sí las reconocen como factores que contribuyen al desgaste paulatino del ecosistema.

Asimismo, un 30% de los habitantes afirmó que existe un manejo inadecuado de aguas residuales, principalmente en zonas de mayor densidad poblacional. La descarga directa sin tratamiento incrementa la carga contaminante y reduce la capacidad del ecosistema para mantener su equilibrio, situación similar a la descrita por Fernandez & Jimenez (2023), quienes evidencian que la ausencia de sistemas de saneamiento o de control, genera presiones críticas sobre los cuerpos hídricos y proponen alternativas como los humedales artificiales para mejorar la calidad del agua. Las actividades ganaderas también fueron identificadas como un factor significativo de degradación. Según los encuestados, el sobrepastoreo compacta el suelo y limita la infiltración, lo que altera los ciclos hidrológicos y facilita los procesos de escorrentía. Este patrón concuerda con lo expuesto por Valencia & Rodríguez (2023), quienes señalan que la pérdida de vegetación asociada al pastoreo intensivo incrementa la vulnerabilidad de las cuencas frente a la erosión y el deterioro de la calidad del agua.

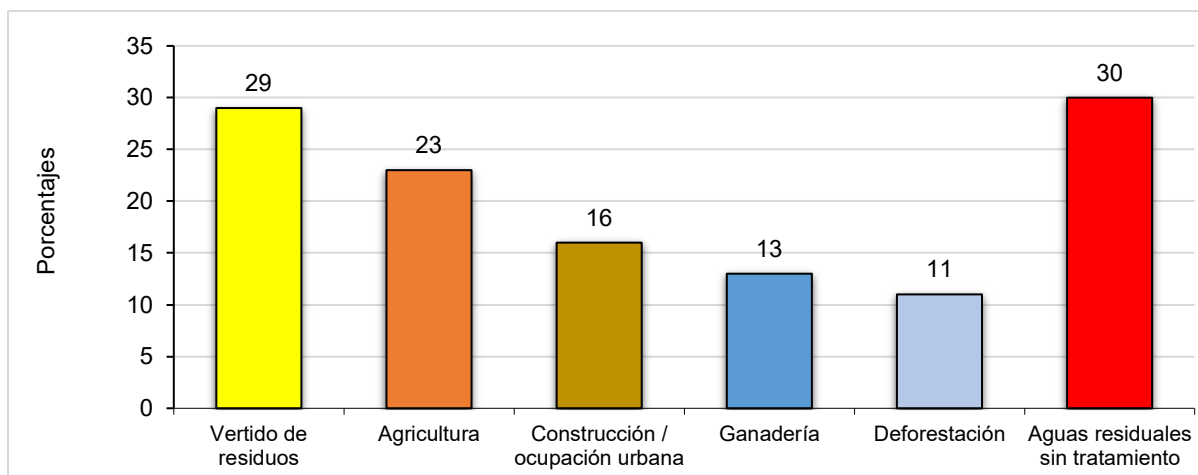


Figura 19. Resumen de las actividades y los impactos más significativos.

4.3 Análisis físico químico de puntos de muestreo para la identificación de los Impactos Ambientales.

Los resultados obtenidos en los cuatro puntos de muestreo (A1, A2, B1 y B2) se compararon con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, para poder determinar las irregularidades en base a la normativa. Los resultados de la Tabla 4, se pudo evidenciar una clara alteración en las propiedades químicas del cuerpo hídrico, comenzando con el potencial de hidrógeno, el cual mostró una marcada tendencia a la acidificación a medida que se desciende por el cauce. Mientras que el punto A1 cumple con la normativa al registrar 6,11 unidades; los puntos A2 (5,84), B1 (5,67) y B2 (5,70) descienden por debajo del rango admisible de 6 a 9, dando a entender que existe una alteración por posibles actividades antrópicas en estos puntos. Esta alteración química podría estar directamente vinculada a los cambios en el uso del suelo predominantes en la zona; tal como señalan Valencia y Rodríguez (2023). la conversión de áreas naturales a pastizales o zonas agrícolas reduce el contenido de nutrientes y altera la fertilidad del suelo, lo que, sumado a la escorrentía superficial, puede provocar el lavado de suelos ácidos hacia el cuerpo hídrico.

En cuanto a los parámetros físicos, la conductividad eléctrica y los sólidos totales mostraron un aumento progresivo a lo largo del curso de la quebrada, lo que sugiere un aporte constante y acumulativo de materiales disueltos. La conductividad registró un incremento gradual, pasando de 258 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto A1 a 309 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en B2, mientras que los sólidos totales permanecieron en valores elevados pero relativamente estables, oscilando entre 1408 y

1472 mg/L. Aunque estos niveles se encuentran dentro del límite normativo de 1600 mg/L, reflejan una carga considerable de sales en el cuerpo de agua. Paralelamente, los niveles de oxígeno disuelto variaron entre 5 y 7 mg/L; si bien estos rangos indican que el agua mantiene condiciones aceptables para ciertos organismos, la reducción a 5 mg/L en B2 podría interpretarse como un indicador temprano de mayor demanda bioquímica de oxígeno, asociada a la acumulación de materia orgánica en el sistema.

Este deterioro progresivo de la calidad física del agua coincide con las observaciones de Del Valle y Pérez (2017), quienes concluyen que la pérdida de cobertura vegetal en cuencas tropicales incrementa la escorrentía y acelera el transporte de sedimentos y contaminantes, un fenómeno claramente visible en la quebrada Los Flores según las encuestas y la evidencia de campo levantada. Finalmente, el análisis microbiológico reveló la situación más crítica en términos de contaminación sanitaria y riesgo ambiental. Aunque los puntos A1 y B1 se mantuvieron dentro del límite de 2000 NMP/100 mL para coliformes fecales, los puntos A2 y B2 incumplieron la normativa, alcanzando valores preocupantes de 2082 y 2730 NMP/100 mL respectivamente.

La presencia confirmada de *Escherichia coli* en todos los puntos de muestreo refuerza la evidencia de una contaminación fecal reciente y activa. Esta elevada carga bacteriana es consecuencia directa de la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales, así como de la existencia de asentamientos ilegales identificados en el diagnóstico socioambiental, factores que intensifican la problemática. Aunque el agua de la quebrada no se destina al consumo humano directo, el contacto con estas aguas contaminadas representa un riesgo indirecto para la salud de los habitantes, debido a la posible exposición a microorganismos patógenos, afectando tanto al bienestar de las comunidades locales como a la integridad funcional del ecosistema.

Además, las actividades antrópicas, más allá de la agricultura, han causado impactos significativos en el entorno, tal como se evidencia en la Figura 11 y en los resultados de las encuestas. Saravia y Maldonado et al. (2024) concluyen que la pérdida de cobertura vegetal incrementa la escorrentía y deteriora la calidad del agua en cuencas tropicales, un efecto que coincide con las observaciones registradas en la quebrada Los Flores. De manera complementaria, Figueroa et al. (2020) señalan que la conversión de áreas naturales a pastizales

reduce el contenido de carbono y fósforo del suelo, disminuyendo su fertilidad y afectando la productividad del ecosistema.

Tabla 4. Resultados de puntos de muestreo en laboratorio, [A1) zona media alta, A2) zona media baja, B1) zona baja alta, B2) zona baja baja].

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE, SEGÚN EL ACUERDO MINISTERIAL 097-A (Tabla 9 – Descargas)	A1	CUMPLE	A2	CUMPLE	B1	CUMPLE	B2	CUMPLE
pH	—	6 – 9	6,11	✓	5,84	X (ligeramente bajo)	5,67	X	5,7	X
Conductividad eléctrica (CE)	μS/cm	(no tiene límite para descargas)	258	✓	280	✓	294	✓	309	✓
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	(no aplica límite para descargas)	6	✓	6	✓	7	✓	5	✓
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	1 600 mg/L	1472	✓	1472	✓	1408	✓	1440	✓
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL	1694	✓	2082	X	1958	✓	2730	X
E. coli	NMP/100 mL	No especificado en Tabla 9, se usa coliformes fecales como referencia	43	—	51	—	47	—	56	—

4.4 Identificación de los Impactos Ambientales por el Método de Leopold.

La identificación de los impactos generados por las actividades antrópicas sobre los distintos componentes del ambiente se realizó mediante la aplicación de la Matriz de Leopold (ver Anexo 3). Esta herramienta permitió reconocer y cuantificar los efectos ambientales provocados por las intervenciones humanas en la quebrada Los Flores. Entre las acciones más significativas, la urbanización, con un valor de impacto agregado de -255, y la excavación de superficies, con -234, se destacaron por su capacidad de alterar de manera importante los recursos del suelo. Estas actividades promovieron procesos de erosión, pérdida de cobertura vegetal y modificaciones en la estructura natural del terreno, dificultando su regeneración.

Asimismo, la agricultura (-224) y la ganadería (-190) también ejercieron impactos negativos considerables, principalmente debido a la sobreexplotación del suelo, el uso intensivo de agroquímicos y la compactación generada por el pastoreo. Aunque estas

actividades son fundamentales para la economía local, su manejo inadecuado contribuye a la degradación ambiental, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de planificación y manejo sostenible que reduzcan los impactos a largo plazo.

En relación con los factores ambientales, el suelo y el agua superficial fueron los componentes más afectados, con valores de impacto de -724 y -813, respectivamente. Estas cifras reflejan una pérdida alarmante en la calidad del suelo, atribuida a la erosión y al uso intensivo para actividades agrícolas y urbanísticas. En el caso del agua superficial, las principales fuentes de afectación provinieron de la descarga de aguas residuales y los escurrimientos contaminantes de zonas agrícolas y urbanas, lo que redujo su calidad y disponibilidad para el ecosistema local. El agua subterránea también presentó impactos importantes (-311), posiblemente vinculados a la filtración de contaminantes y la disminución de los niveles freáticos por actividades extractivas. Además, se registró un valor significativo de impacto en los procesos erosivos (508), indicando que los cambios en la cobertura vegetal y el mal manejo del suelo incrementaron su vulnerabilidad ante factores climáticos y antropogénicos.

La biodiversidad también se vio gravemente afectada. Los valores de impacto en la flora (-380) y la fauna (-450) indicaron una pérdida preocupante de especies, estos resultados se atribuyen a la destrucción de hábitats naturales por la expansión urbana, la deforestación y la conversión de tierras en áreas de cultivo o pastizales (Durango, 2022). Este impacto no solo redujo la diversidad biológica, sino que también afectó los servicios ecosistémicos esenciales para la estabilidad ambiental de la región. De manera complementaria, el valor paisajístico y estético presentó un impacto considerable (-422), reflejando la pérdida de elementos visuales y culturales importantes para la identidad de la quebrada Los Flores. Por otro lado, algunos aspectos sociales mostraron impactos positivos; por ejemplo, el empleo (478) y la densidad poblacional (416) se vieron beneficiados gracias a las oportunidades económicas generadas por las actividades productivas en el territorio.

Tabla 5. Resumen de aspectos e impactos ambientales según el método de Leopold.

<i>Cuadro resumen de la matriz de Leopold</i>		<i>Cuadro resumen de la matriz de Leopold</i>		
<i>Acciones antrópicas</i>	<i>Agregado del impacto</i>	<i>Factores Ambientales</i>		<i>Agregado de impacto</i>
<i>Urbanización</i>	-255	<i>Agua</i>	<i>Suelos</i>	-724
<i>Excavación de superficie</i>	-234		<i>Superficial</i>	-813
<i>Agricultura</i>	-220		<i>Subterránea</i>	-311
<i>Ganadería</i>	-190	<i>Atmósfera</i>	<i>Temperatura</i>	-372
<i>Procesamiento de minerales</i>	-234	<i>Procesos</i>	<i>Erosión</i>	508
<i>Aplicación de fertilizantes</i>	-158	<i>Flora</i>	<i>Especies en peligro</i>	-380
<i>Vertido en quebrada</i>	-266	<i>Fauna</i>	<i>Especies en peligro</i>	-450
<i>Estabilización de suelos</i>	-157	<i>Uso de la tierra</i>	<i>Agricultura</i>	365
<i>Descarga de efluentes municipales</i>	-211	<i>Interés estético humano y Aspectos culturales</i>	<i>Diseño del paisaje</i>	-422
			<i>Densidad de población</i>	416
			<i>Empleo</i>	478

Los resultados obtenidos evidencian una alta presión ambiental sobre la quebrada Los Flores, manifestada en la degradación del suelo, la alteración de los cuerpos hídricos y la disminución de la cobertura vegetal. La aplicación de la Matriz de Leopold permitió identificar que los impactos más significativos se originan en actividades antrópicas relacionadas con el uso inadecuado del suelo y la expansión no planificada de áreas productivas. De acuerdo con Josimović y Milijić (2014), esta herramienta permite evaluar de manera sistemática la interacción entre las acciones humanas y los componentes ambientales, proporcionando una representación tanto cuantitativa como cualitativa del nivel de afectación. En consonancia con estos autores, los resultados obtenidos en la quebrada Los Flores reflejan una tendencia a la sobreutilización del territorio y a la fragmentación ambiental, aspectos que evidencian una pérdida progresiva del equilibrio ecológico en la zona.

4.5 Identificación de los Impactos Ambientales por el Método de Conesa Fernández.

El análisis de los impactos ambientales generados por las actividades humanas en la quebrada Los Flores, realizado mediante la Matriz de Conesa Fernández (ver Anexo 4), permitió identificar y evaluar de manera detallada los efectos sobre los diferentes componentes del medio ambiente. Entre las principales actividades detectadas, la explotación de la cantera para la extracción de áridos y pétreos se destacó por generar un impacto significativo, al modificar de forma permanente la morfología del terreno, aumentar la susceptibilidad a procesos erosivos y provocar una pérdida considerable de biodiversidad. De igual manera, las actividades relacionadas con la urbanización y la excavación superficial produjeron alteraciones importantes en la estructura del suelo, disminución de la cobertura vegetal y cambios en el paisaje natural. Estas acciones, de carácter permanente, limitan la capacidad de regeneración del medio, incrementan los riesgos de degradación ambiental y afectan la funcionalidad de los ecosistemas locales.

En lo que respecta a los recursos hídricos, los impactos más críticos se observaron en las fuentes de agua superficial, fueron las descargas de aguas residuales sin un tratamiento adecuado y la presencia de residuos sólidos urbanos (llantas, vidrios, plásticos, etc.) a la quebrada contribuyendo al deterioro de la calidad del agua, afectando su disponibilidad para los ecosistemas. A esto se sumaron los escurrimientos contaminantes provenientes de áreas agrícolas y urbanas, los cuales agravaron el problema (Gonzales et al., 2005). La contaminación de los recursos hídricos también estuvo vinculada al uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos, los cuales alcanzaron tanto cuerpos de agua superficiales como acuíferos subterráneos.

Por otra parte, la biodiversidad de la región experimentó un deterioro significativo como consecuencia de las actividades humanas. La pérdida de hábitats naturales, derivada de la explotación de la cantera, la deforestación y la conversión de tierras para actividades agrícolas y ganaderas, afectó gravemente a las especies de flora y fauna locales. En el contexto del análisis, se evidencia que la biodiversidad de la región sufrió un deterioro significativo como consecuencia de las actividades humanas, especialmente por la conversión de hábitats para agricultura, ganadería y explotación de la cantera. Según Schwarzmüller y Kastner (2022), la expansión de tierras dedicadas al cultivo y la ganadería es un impulsor principal de la pérdida de hábitat de especies a escala global, lo cual coincide con la situación observada en la quebrada

Los Flores. De igual modo, Wehn et al. (2018) señalan que las alteraciones en el uso del suelo reducen la riqueza de especies y debilitan los servicios ecosistémicos, validando los efectos negativos detectados en flora, fauna y funciones de regulación hídrica en el área de estudio.

En general, los resultados evidenciaron la necesidad de adoptar medidas integrales de gestión ambiental en la quebrada de los Flores, considerando tanto los impactos negativos como las oportunidades para la recuperación. La aplicación del método permitió jerarquizar los impactos ambientales y determinar que la presión antrópica sobre el territorio ha generado efectos acumulativos sobre suelo, agua y biodiversidad. Según (Wehn et al., 2018), los cambios de uso del suelo modifican no sólo la diversidad biológica, sino también la provisión de servicios ecosistémicos esenciales, lo que refuerza que la evaluación realizada en la zona de estudio es consistencia y validación científica. Asimismo, como lo plantea Schwarzmüller (2022), la intensificación de usos agrícolas y pecuarios sin adecuados criterios de capacidad de carga produce impactos sobre hábitats naturales y provoca una mayor vulnerabilidad ecológica.

Tabla 6. RESUMEN DE LA MATRIZ DE CONEZA FERNANDEZ

<i>Factores Ambientales</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor del Impacto</i>	<i>Acciones Antrópicas</i>	<i>Valor del Impacto</i>
SUELO	Erosión y pérdida de estructura	-92	Explotación de cantera	-87
	Compactación	-71	Excavación superficial	-75
AGUA	Agua superficial	-95	Urbanización	-82
	Agua subterránea	-66	Ganadería	-60
BIODIVERSIDAD	Flora	-84	Agricultura intensiva	-68
	Fauna	-89	Descarga de aguas residuales	-90
PAISAJE	Alteración visual y morfológica	-77	Residuos sólidos en quebrada	-78
ATMÓSFERA	Material particulado y polvo	-55	Uso de fertilizantes y agroquímicos	-72

USO DEL SUELO	Cambios de cobertura	-63	Tránsito de maquinaria pesada	-58
	Actividad económica	42	Deforestación asociada a expansión productiva	-80
	Empleo	38		

La aplicación conjunta de ambos métodos permitió obtener una visión integral del estado ambiental de la quebrada Los Flores. Mientras la matriz de Leopold evidenció una alta presión ambiental acumulativa producto del uso inadecuado del suelo, expansión urbana y actividades agropecuarias, el método de Conesa Fernández permitió jerarquizar los impactos más críticos, destacando la explotación de la cantera, la contaminación hídrica y la pérdida de biodiversidad como los principales factores de deterioro ambiental. En conjunto, los resultados confirman un proceso de degradación progresiva del ecosistema, caracterizado por erosión, pérdida de cobertura vegetal, contaminación hídrica, fragmentación de hábitats y alteración paisajística, lo que compromete la funcionalidad ecológica de la quebrada Los Flores y evidencia la necesidad de implementar medidas urgentes de gestión y restauración ambiental.

4.6 Análisis FODA según las actividades antrópicas de la Quebrada Los Flores.

Según lo observado en la Figura 20, las fortalezas de la zona se centran en el conocimiento profundo que posee la comunidad sobre los impactos ambientales de las actividades humanas, lo cual permite realizar diagnósticos detallados y fundamentados que apoyan la toma de decisiones. Asimismo, la identificación de áreas prioritarias para la conservación y el manejo sostenible constituye un recurso estratégico que puede orientar la protección de los recursos naturales. La aplicación de herramientas de análisis, como las matrices de Leopold y Conesa Fernández, facilitó una evaluación precisa de los impactos y permite planificar acciones con un enfoque hacia la sostenibilidad. Otro aspecto favorable es el potencial agrícola y ganadero, ya que la existencia de suelos fértiles permite desarrollar cultivos y pastoreo de manera sostenible, generando oportunidades de desarrollo económico respetuoso con el medio ambiente, siempre que se implementen prácticas de manejo adecuadas. Finalmente, la participación activa de la población local representa una ventaja significativa,

al reflejar conciencia sobre los problemas ambientales y disposición para colaborar en la búsqueda de soluciones.

En la figura 20, las oportunidades se enfocan principalmente en la implementación de prácticas sostenibles, tales como la agroecología, la reforestación y el manejo adecuado de residuos, que no solo contribuyen a la mejora ambiental, sino también a la resiliencia de la comunidad. La disponibilidad de programas gubernamentales es una puerta abierta para llevar a cabo proyectos que impulsen la conservación y el desarrollo sostenible. En paralelo, la educación ambiental representa una oportunidad clave para incrementar la sensibilización y capacitación de la población en torno a prácticas agrícolas y ganaderas que respeten los límites ecológicos. Asimismo, la diversificación económica, ofrece alternativas productivas que pueden disminuir la presión sobre los recursos naturales y generar ingresos adicionales. Finalmente, la regulación y el ordenamiento territorial son oportunidades para implementar políticas que regulen la urbanización y las actividades extractivas, favoreciendo una gestión sostenible del territorio.

Sin embargo, las debilidades son evidentes en varios aspectos. La falta de infraestructura básica, como el adecuado manejo de aguas residuales y residuos sólidos, provoca una creciente contaminación que podría afectar la calidad de vida de la población y el entorno. Las prácticas agrícolas y ganaderas no sostenibles, como el uso intensivo de agroquímicos y el sobrepastoreo, son una amenaza latente que deteriora los suelos y contribuye a la erosión. Además, la construcción desordenada, junto con la bota de escombros, es indicativo de una falta de planificación urbana adecuada que incide negativamente en la estética y funcionalidad del territorio. La falta de diversificación agrícola también es una debilidad importante, ya que la concentración en cultivos de ciclo corto podría llevar al agotamiento de los suelos si no se implementan prácticas agrícolas adecuadas. Por último, la escasa regulación ambiental, con normas poco claras y difíciles de aplicar, genera vacíos legales que impiden una gestión efectiva de los recursos naturales.

En lo que respecta a las amenazas, el cambio climático se posiciona como uno de los riesgos más significativos, dado que el aumento de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, intensifica los procesos de erosión y la degradación del suelo, afectando además el transporte de sedimentos durante la temporada de lluvias. De manera paralela, el crecimiento poblacional representa una presión creciente sobre los recursos naturales,

impulsando la urbanización y la explotación de los recursos sin mecanismos de control adecuados. La contaminación de los cuerpos de agua, derivada de descargas de aguas residuales y del uso excesivo de agroquímicos, constituye otro factor crítico que amenaza la salud del ecosistema y podría afectar la calidad de vida de la población local. Asimismo, la pérdida de biodiversidad persiste como una amenaza constante debido a la deforestación y la destrucción de hábitats naturales, disminuyendo la resiliencia del ecosistema y comprometiendo los servicios ecosistémicos esenciales. Finalmente, los conflictos de uso del suelo, tanto por sobreutilización como por subutilización, ponen en riesgo la sostenibilidad del territorio, al limitar la capacidad del área para regenerarse y adaptarse a cambios futuros.



Figura 20. Análisis FODA

4.7 Programa Integral de Mejora Ambiental para la Quebrada Los Flores

Objetivo general: Fomentar la recuperación y conservación de la Quebrada Los Flores mediante acciones concretas de prevención, mitigación y restauración, apoyadas en la educación ambiental y la participación de la comunidad. El plan busca generar cambios sostenibles a corto y mediano plazo, fortaleciendo el vínculo de los habitantes con su entorno y promoviendo prácticas que mejoren la calidad de vida y del ecosistema.

Proyecto 1: Educación y sensibilización Ambiental

Objetivo específico: Incrementar la conciencia ambiental en los habitantes de los barrios cercanos a la quebrada, incentivando la adopción de hábitos sostenibles que contribuyan a la protección del agua y los ecosistemas asociados.

Acciones:

- Talleres educativos trimestrales: dirigidos a familias, agricultores y estudiantes, con el objetivo de sensibilizar sobre la importancia del agua, la contaminación por residuos y el manejo sostenible del entorno. Estas actividades incluirán dinámicas participativas, como juegos, simulaciones y ejercicios prácticos, que faciliten la comprensión de los impactos ambientales y las estrategias para mitigarlos.
- Campañas de concientización comunitaria: implementadas mediante carteles, folletos y el uso de redes sociales locales, con mensajes claros sobre la necesidad de evitar la disposición de residuos en la quebrada y la conservación de la vegetación ribereña.
- Charlas demostrativas: dirigidas a los vecinos, donde se enseñarán acciones sencillas para proteger la quebrada, incluyendo la correcta separación de residuos y la reducción del uso de plásticos.
- Justificación: La educación ambiental participativa ha demostrado ser una herramienta efectiva para promover cambios de comportamiento en la población, fortaleciendo la protección de cuerpos de agua y fomentando un sentido de responsabilidad compartida (Schwarzmueller, 2022).

Resultados esperados:

- Fortalecimiento del conocimiento ambiental: los participantes desarrollarán una mayor comprensión sobre los impactos de las actividades humanas y la importancia de implementar prácticas sostenibles.
- Incremento de la participación comunitaria: se espera que la población se involucre activamente en actividades de conservación y cuidado del entorno natural.
- Reducción de residuos sólidos: se proyectan cambios visibles en la disminución de la disposición inadecuada de residuos en la quebrada, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua y del ecosistema local.

Proyecto 2: Gestión de Residuos Sólidos

Objetivo específico: Reducir la contaminación por residuos sólidos mediante la implementación de acciones prácticas que la comunidad pueda realizar de manera sencilla y económica.

Acciones:

- Puntos de acopio comunitarios: instalación de espacios destinados a la recolección de plásticos, vidrios y metales, gestionados por voluntarios locales. Esta iniciativa permitirá recolectar los materiales de manera organizada y darles un destino adecuado, evitando que terminen en la quebrada.
- Promoción del compostaje doméstico: aprovechamiento de restos de alimentos y residuos orgánicos para generar abono natural, disminuyendo la cantidad de desechos sólidos y fomentando la agricultura familiar sostenible.
- Jornadas de limpieza comunitarias: organización de actividades anuales en las que vecinos y estudiantes participen activamente, promoviendo la apropiación del espacio y reforzando la educación ambiental.

Justificación: La gestión comunitaria de residuos contribuye no solo a la reducción de la contaminación ambiental, sino que también fortalece el sentido de pertenencia de los habitantes y su compromiso con el cuidado del entorno (Najmuddin et al., 2018).

Resultados esperados:

- Reducción de residuos sólidos: se espera lograr una disminución visible de la cantidad de residuos dispuestos en la quebrada, mejorando la calidad del agua y el entorno.
- Incremento de la participación comunitaria: se proyecta un mayor involucramiento de familias y jóvenes en actividades de conservación ambiental, fortaleciendo la conciencia y el compromiso con el entorno.
- Producción de abono orgánico: los residuos orgánicos procesados mediante compostaje generarán abono útil para huertos y áreas verdes locales, promoviendo prácticas sostenibles de manejo de residuos y agricultura familiar.

Proyecto 3: Recuperación y conservación de la quebrada

Objetivo específico: Restaurar las áreas degradadas de la ribera de la quebrada y protegerla frente a impactos futuros mediante la recuperación de vegetación nativa y la instalación de barreras naturales.

Acciones:

- Plantación de especies nativas: se llevará a cabo en sectores afectados por erosión o pérdida de cobertura vegetal, con la participación activa de estudiantes, vecinos y grupos comunitarios. Esta acción contribuirá a estabilizar el suelo, reducir la erosión y mejorar los hábitats acuáticos.
- Implementación de barreras vegetales: construcción de barreras simples con ramas y troncos para evitar que los residuos sólidos lleguen al cauce y disminuir el impacto de la escorrentía superficial.

- Actividades de mantenimiento y seguimiento: brigadas ambientales locales se encargarán de supervisar el crecimiento de la vegetación y reparar las barreras según sea necesario, asegurando la efectividad y sostenibilidad de las intervenciones.

Justificación: La revegetación con especies nativas y la protección de las riberas contribuyen a la recuperación de la biodiversidad, la mejora de la calidad del agua y el fortalecimiento de la resiliencia del ecosistema frente a las actividades antrópicas (Taaime et al., 2023).

Resultados esperados:

- Reducción de la erosión y sedimentación: se espera disminuir los procesos erosivos y el arrastre de sedimentos hacia la quebrada, contribuyendo a la estabilidad del suelo y la protección de los cuerpos de agua.
- Recuperación de áreas degradadas: mediante la revegetación y prácticas de restauración, se promoverá la recuperación de sectores afectados, mejorando el paisaje natural y la funcionalidad ecológica de la microcuenca.
- Sensibilización comunitaria: se proyecta un aumento en la conciencia de la población sobre la importancia de la vegetación nativa y su rol en la conservación del ecosistema.

Proyecto 4: Fortalecimiento de Capacidades Comunitarias

Objetivo específico: Se busca fomentar el liderazgo local y establecer estructuras de apoyo comunitario que garanticen la sostenibilidad de las acciones ambientales implementadas en la zona.

Acciones:

- Capacitación de líderes comunitarios: se formará a líderes locales para que puedan guiar talleres, supervisar acciones de limpieza y promover buenas prácticas ambientales entre los vecinos.

- Conformación de brigadas ambientales: se establecerán brigadas escolares y vecinales encargadas de organizar actividades periódicas de limpieza, reforestación y educación ambiental, fortaleciendo la participación comunitaria.
- Monitoreo participativo semestral: se implementará un sistema de seguimiento básico mediante observaciones, fotografías y registros escritos sobre la presencia de residuos, erosión y cobertura vegetal, incentivando la participación de la comunidad en la evaluación del progreso de las acciones.

Justificación: La formación de líderes locales y la creación de brigadas ambientales contribuyen a garantizar la continuidad de las acciones de conservación a lo largo del tiempo, fortaleciendo al mismo tiempo el sentido de apropiación y la responsabilidad de la comunidad respecto al entorno. (AbdelRahman, 2023).

Resultados esperados:

- Fortalecimiento de la capacidad comunitaria: se busca incrementar las competencias de la población local para gestionar de manera efectiva la quebrada y sus recursos.
- Continuidad de las acciones de conservación: las estrategias implementadas permitirán que las iniciativas de restauración y cuidado del ecosistema se mantengan a mediano plazo.
- Mayor involucramiento comunitario: se fomentará la participación activa de estudiantes, vecinos y líderes locales en actividades de protección ambiental, promoviendo un compromiso sostenido con el entorno.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Se confirmó que el problema central en la quebrada Los Flores radicó en la influencia multifactorial de las actividades antrópicas, las cuales se identificaron mediante observación directa, análisis de uso de suelo y encuestas a la comunidad presencialmente. Los principales responsables del impacto fueron los asentamientos humanos irregulares y la agricultura intensiva en las laderas. La falta de infraestructura adecuada para el saneamiento, sumada a la cercanía de estas viviendas al cauce, resultó en una posible descarga directa de aguas residuales domésticas. Por otra parte, la expansión de la frontera agrícola, con el consecuente cambio de uso de suelo y pérdida de cobertura vegetal nativa, ejerció una presión significativa sobre el suelo del drenaje menor. Esta sinergia de impactos, especialmente la carga de nutrientes y materia orgánica de origen doméstico y agropecuario confirmó el origen de la contaminación microbiológica y el arrastre de sedimentos que se observaron a lo largo de la quebrada.

La evaluación de la calidad del agua y la aplicación de metodologías de impacto demostraron que la quebrada sufrió un deterioro ambiental notable, los impactos causados fueron de carácter negativo, directo, permanente y, a menudo, irreversibles para el ecosistema. Los impactos más severos se concentraron en la alteración de la calidad del agua, lo que se verificó al incumplir la normativa vigente (Acuerdo Ministerial 097-A). Se documentó una contaminación sanitaria crítica, ya que los valores de Coliformes Fecales superaron de manera significativa límites en los puntos A2 y B2. De igual forma, se confirmó una alteración de la geoquímica del agua con la acidificación del cauce, registrando valores de pH por debajo de 6 en A2, B1 y B2. La magnitud de estos daños, al comprometer la vida acuática y la seguridad de las comunidades, requirió la máxima atención y priorización en las propuestas de gestión.

Basado en la evidencia obtenida sobre las causas (actividades antrópicas) y la magnitud de los daños (incumplimiento normativo y riesgo sanitario), se propuso un Plan de Gestión Ambiental que se fundamentó en tres pilares esenciales: saneamiento, restauración ecológica y educación ambiental. La propuesta incluyó acciones concretas para mejorar la gestión de aguas residuales en los asentamientos, así como para controlar la expansión agrícola y el uso inadecuado de agroquímicos. Además, se destacó la necesidad imperiosa de reforestar las

riberas (zonas de amortiguamiento) para mitigar la escorrentía, en línea con lo planteado por Saravia-Maldonado et al. (2024), y, por supuesto, implementar programas de educación ambiental dirigidos a la comunidad para promover un cambio de hábitos y el uso sostenible de la quebrada.

5.2 Recomendaciones.

Se recomienda la formulación de una política de ordenamiento territorial específica para la quebrada, que integre la restauración ecológica y el control de las prácticas agrícolas. Esta estrategia debe incluir, como medida obligatoria, la delimitación y reforestación de la franja de protección ribereña con especies nativas. El objetivo de esta acción es doble: mitigar la escorrentía superficial y la erosión (que contribuyen a la acidificación del cauce), y restaurar la capacidad de filtración natural del ecosistema. Complementariamente, se debe coordinar con el Ministerio de Agricultura para promover la capacitación en el uso responsable de agroquímicos y técnicas de conservación de suelos, minimizando así la contaminación difusa y el aporte de nutrientes que alteran el pH del agua.

Se recomienda establecer un Programa de Zonificación Ambiental y Gestión de Riesgos en la microcuenca. Este programa debe ser liderado por el GAD Cantonal y respaldado por normativas locales que definan claramente la franja de protección ribereña de la Quebrada Los Flores, prohibiendo estrictamente los nuevos asentamientos y actividades agrícolas dentro de esta zona. Es fundamental mapear las áreas críticas que superan los límites de Coliformes Fecales (A2 y B2) y utilizarlas como puntos focales para la vigilancia continua y la restricción de actividades de alto impacto, asegurando así que las acciones de mitigación futuras se realicen sobre un territorio legalmente protegido y zonificado.

6. REFERENCIAS

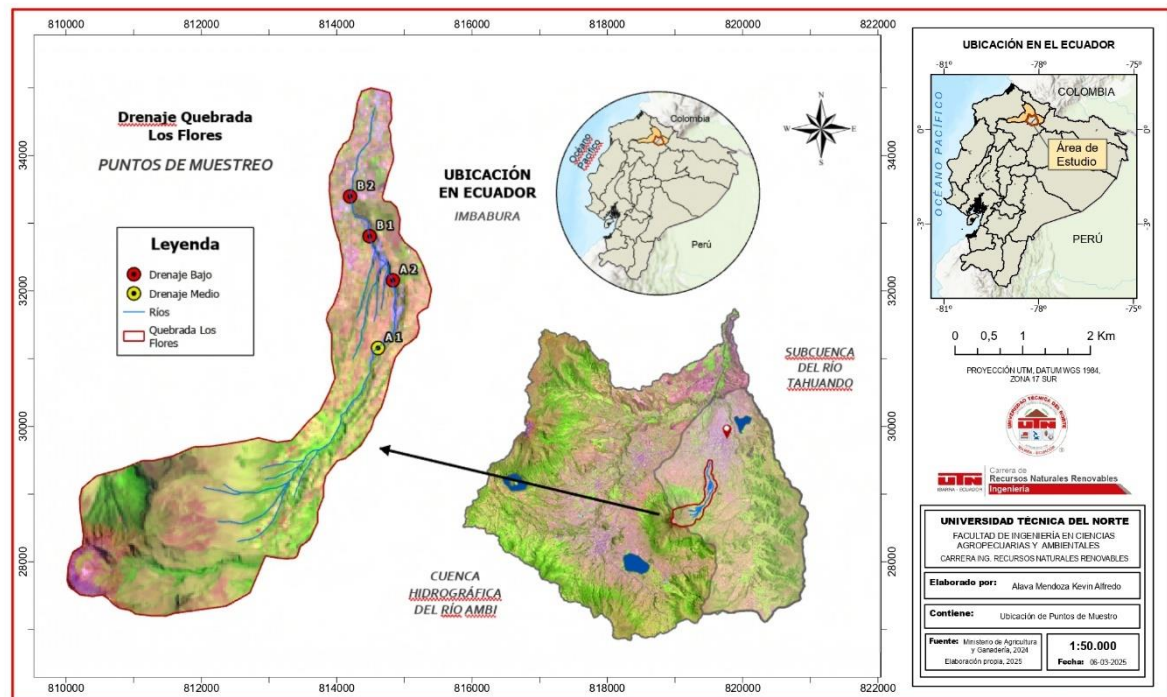
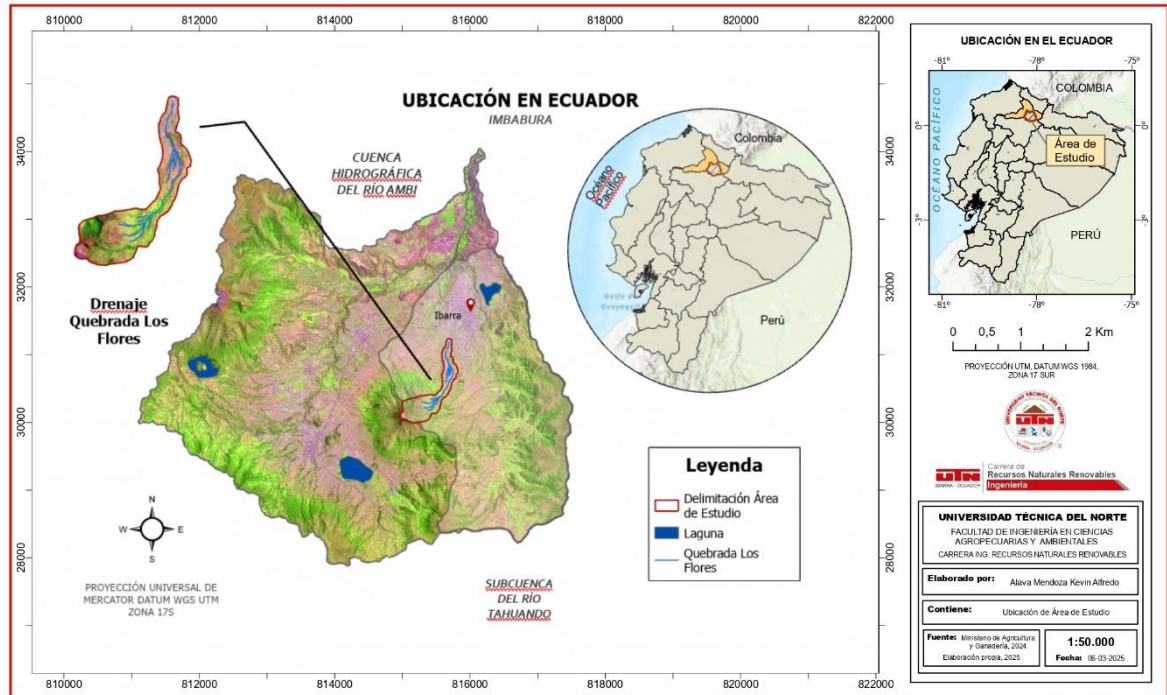
- AbdelRahman, M. A. E. (2023). An overview of land degradation, desertification and sustainable land management using GIS and remote sensing applications. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* 2023 34:3, 34(3), 767-808. <https://doi.org/10.1007/S12210-023-01155-3>
- Alcca, E. (2021). Evaluación de impactos ambientales ocasionados por la extracción de arena en la quebrada Sallagueña del distrito de Laraqueri-2020. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./337>
- Arias, D., Jiménez, P., Oquendo, R., & Cabrera, S. (2023). *REPORTE DE SALUD AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO AMBI-ECUADOR*. <https://www.researchgate.net/publication/378363937>
- Bello, N. (2020). *Análisis de los impactos ambientales ocasionados por las actividades antrópicas en el páramo de Pisba*. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36170>
- Cerón, & Rodríguez. (2020). *Evaluación de los impactos ambientales sobre la quebrada la moraria, generados por las descargas directas, en el municipio de ocamonte, santander*. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/2922>
- Chaparro, J. (2020). *Evaluación de impactos ambientales sobre la quebrada grande, tramo del hotel-barro blanco, generados por las descargas directas de las aguas residuales, en el municipio de piedecuesta, santander*. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4289>
- Del Valle, S., & Perez. (2017). La planificación y prevención de los impactos ambientales del turismo como herramienta para el desarrollo sostenible: Caso de estudio Timotes, Venezuela. *Revista interamericana de ambiente y turismo*, 13(2), 164-183. <https://doi.org/10.4067/S0718-235X2017000200164>
- Días. (2020). *Identificación de los impactos ambientales por vertimientos sobre la quebrada pilanderas en el sector el nacimiento floridablanca - santander*. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1379>
- Díaz, Camacho, & Maestre. (2001). Modelación de balances hídricos de ciénagas fluviales y costeras colombianas. *Revista de Ingeniería*, 13, 12-20. <https://doi.org/10.16924/REVINGE.13.2>
- Durango, J. (2022). La evaluación del riesgo ambiental como herramienta de apoyo en la consulta previa, libre e informada de los pueblos indígenas del Ecuador. *Revista de*

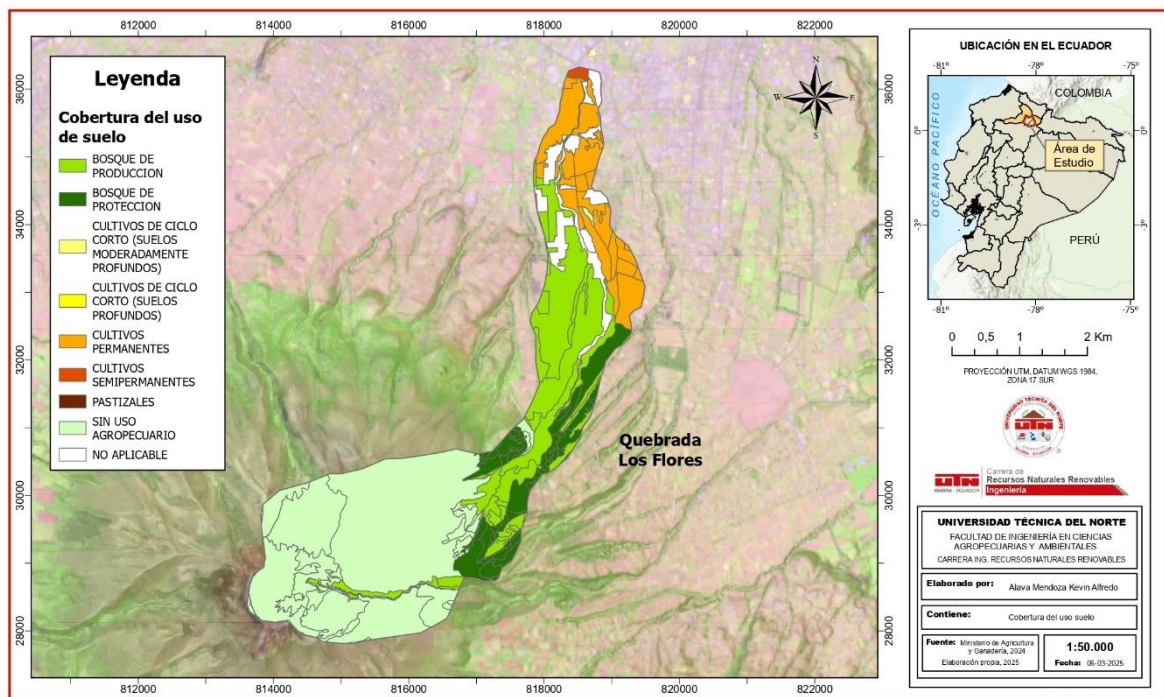
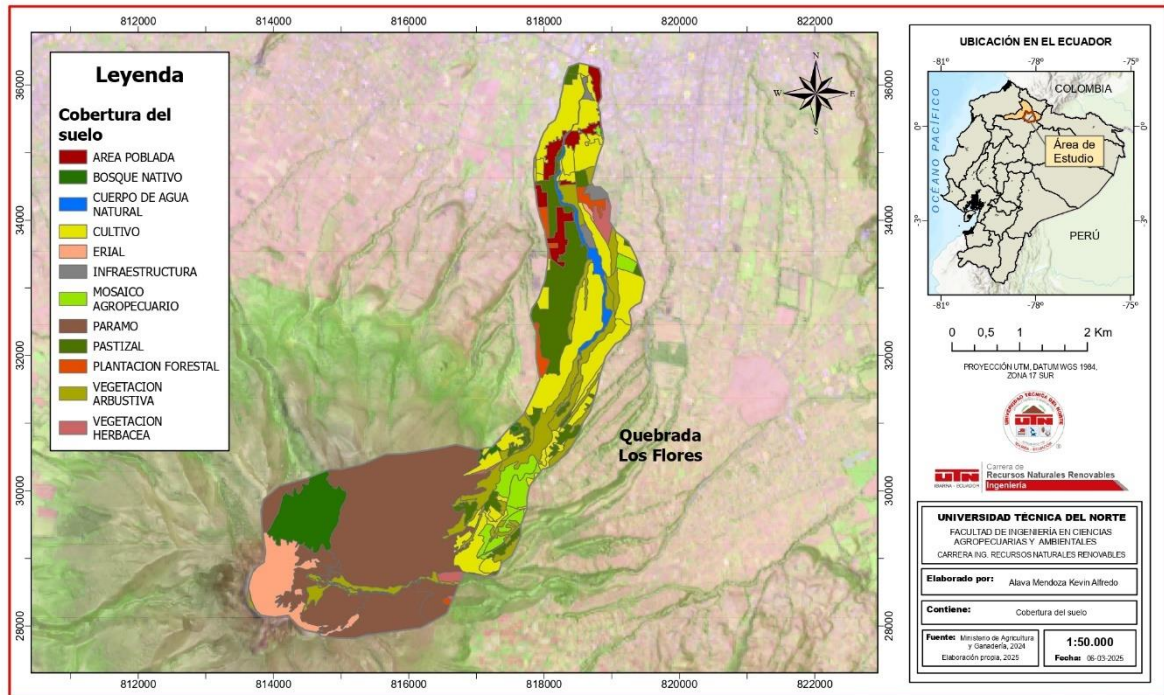
- derecho ambiental (Santiago)*, 2(18), 155-188. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2022.67945>
- Fernando, M., & Jimenez, C. (2023). *Revista Panameña de Ciencias Sociales*. <https://www.researchgate.net/publication/371530536>
- Gonzales, G., Zevallos, A., Gonzales, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., Naeher, L., Levy, K., & Steenland, K. (2005). *Contaminación ambiental, variabilidad y cambio climáticos: una revisión del impacto en la salud de la población peruana environmental pollution, climate variability and climate change: a review of health impacts on the peruvian population*.
- Li, P., Wang, D., Li, W., & Liu, L. (2022). Sustainable water resources development and management in large river basins: an introduction. *Environmental Earth Sciences*, 81(6), 1-11. <https://doi.org/10.1007/S12665-022-10298-9/FIGURES/5>
- Morán-Alonso, N., Viedma-Guiard, A., Simón-Rojo, M., & Córdoba-Hernández, R. (2025). Agricultural Land Suitability Analysis for Land Use Planning: The Case of the Madrid Region. *Land* 2025, Vol. 14, Page 134, 14(1), 134. <https://doi.org/10.3390/LAND14010134>
- Najmuddin, O., Deng, X., & Bhattacharya, R. (2018). The dynamics of land use/cover and the statistical assessment of cropland change drivers in the Kabul River Basin, Afghanistan. *Sustainability (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/SU10020423>
- Quinaluisa, D. (2014). *Estudio de impactos ambientales existentes en la quebrada Jalupana en la subcuenca del río San Pedro cantón Mejía*. <http://localhost/handle/27000/2752>
- Ramírez, R. (1992). Estudio del método de corrección de drenaje para evitar los huaycos y su aplicación en la quebrada Pedregal-Chosica. *Repositorio Institucional - UNI*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3497338>
- Sánchez, V. (2009). *La planificación y prevención de los impactos ambientales del turismo como herramienta para el desarrollo sostenible: Caso de estudio Timotes, Venezuela*. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-235X2017000200164&script=sci_arttext
- Schnitman, D. (2010). Perspectiva generativa en la gestión de conflictos sociales. <http://journals.openedition.org/revestudsoc>, 14(36), 51-63. <https://doi.org/10.5840/THINKING199814112>
- Schwarzmueller, F. (2022). Agricultural trade and its impacts on cropland use and the global loss of species habitat. *Sustainability Science* 2022 17:6, 17(6), 2363-2377. <https://doi.org/10.1007/S11625-022-01138-7>

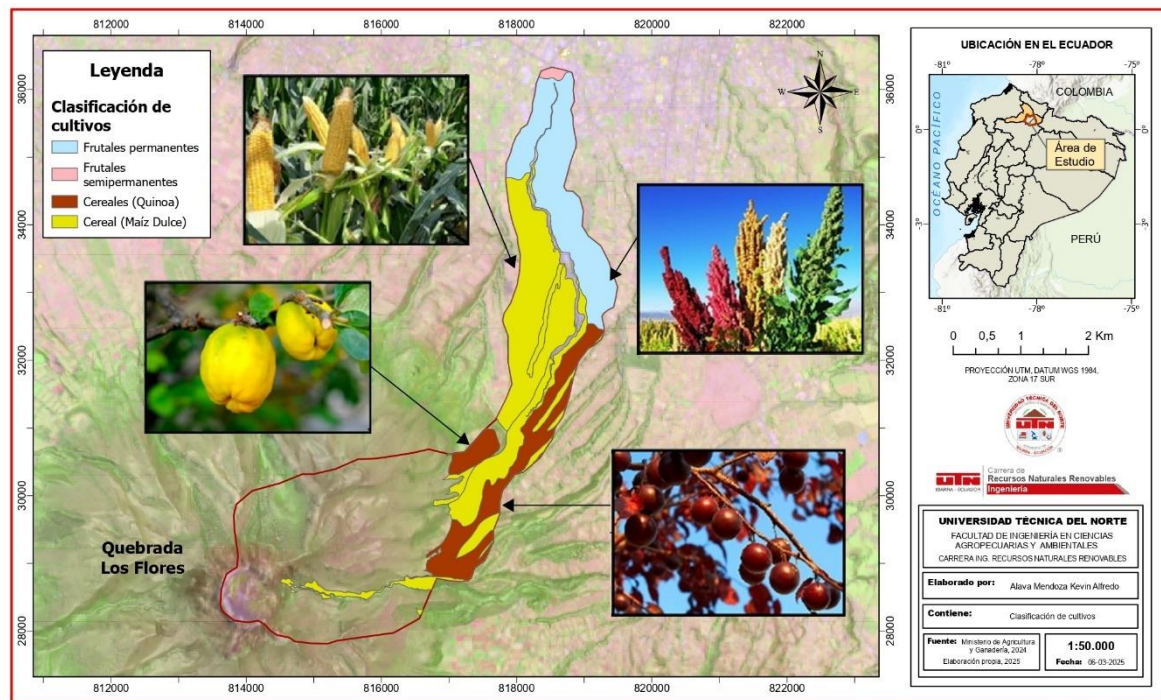
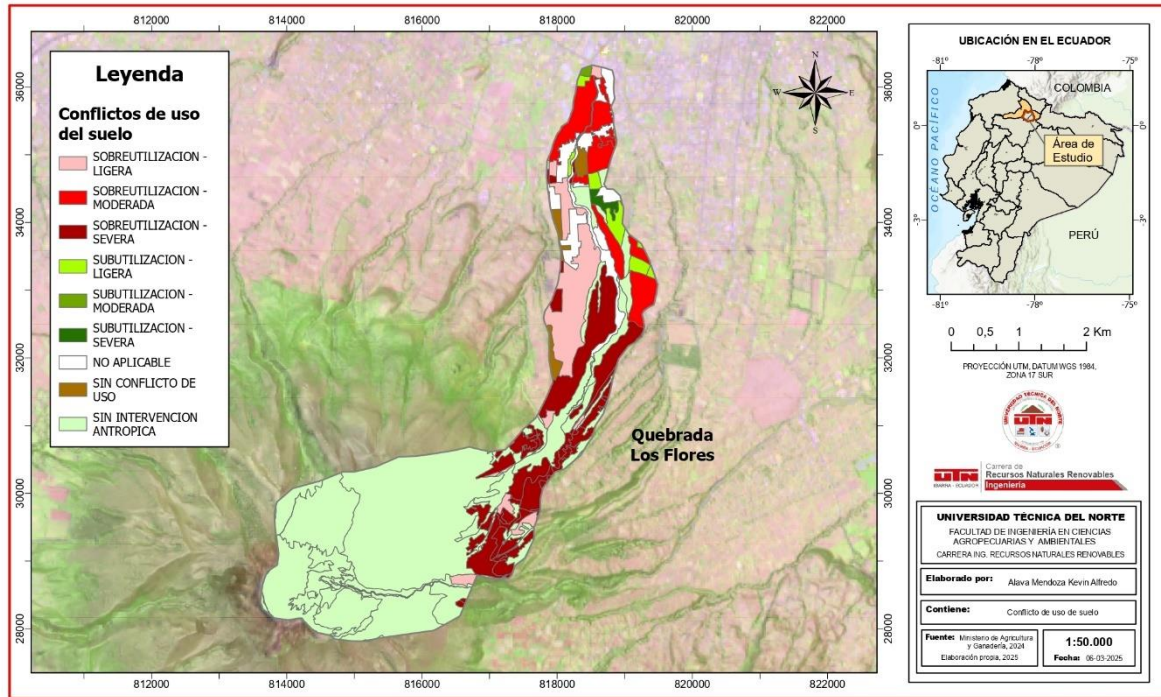
- Thapa, S., & Rawal, S. (2024). Grain yield performance of spring maize under different agroecological zones. *CABI Agriculture and Bioscience*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/S43170-024-00277-4>;WGROUP:STRING:PUBLICATION
- Toledo, V. (2013). *Conflictos socioambientales, resistencias ciudadanas y violencia neoliberal en México on JSTOR*. <https://www.jstor.org/stable/43526896>
- Valencia, & Rodríguez. (2023). Distribution of diversity of fishes in an Andean fluvial network. *Revista de Biología Tropical*, 71(1), 2215-2075. <https://doi.org/10.15517/REV.BIOL.TROP..V71I1.52183>
- Wehn, S., Anders Hovstad, K., & Johansen, L. (2018). The relationships between biodiversity and ecosystem services and the effects of grazing cessation in semi-natural grasslands. *Web Ecology*, 18(1), 55-65. <https://doi.org/10.5194/WE-18-55-2018>

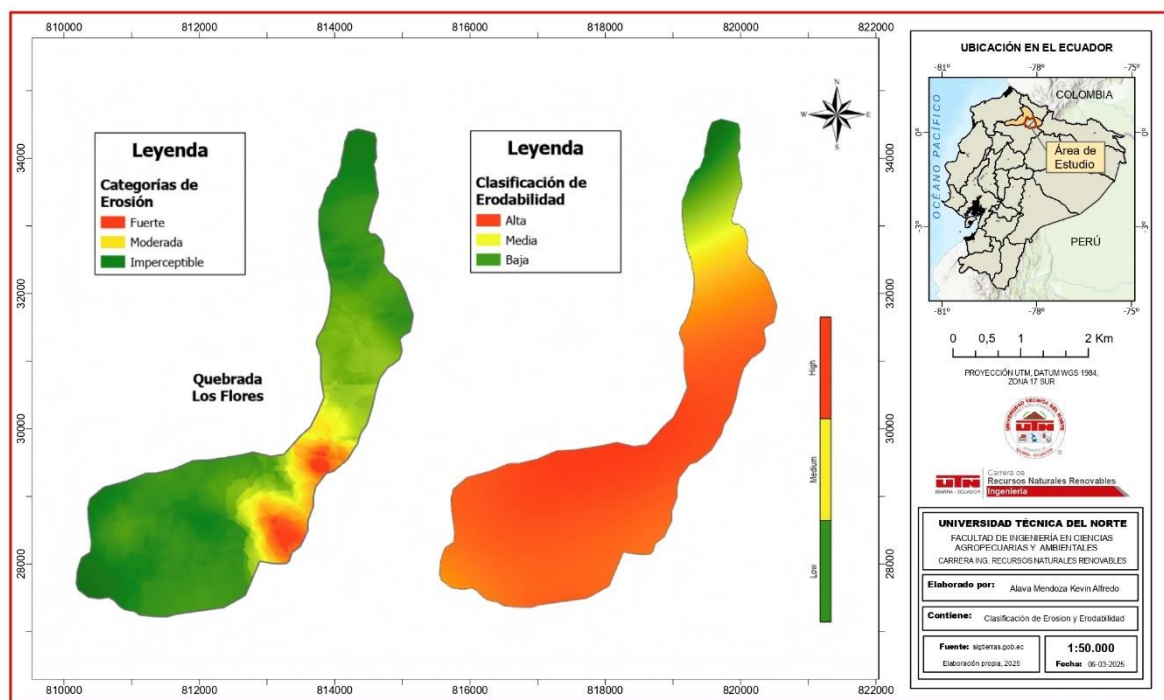
ANEXOS

ANEXO 1 MAPAS









ANEXO 2 ENCUESTA SOCIO AMBIENTAL
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Cuestionario

El siguiente cuestionario tiene como propósito aportar información para la realización del Trabajo de Titulación “EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA QUEBRADA LOS FLORES, CANTÓN IBARRA”, de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte y bajo el acompañamiento del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). La información suministrada en esta encuesta se utilizará exclusivamente con fines académicos.

Sección 1: Consentimiento Informado

1. ¿Está usted de acuerdo en colaborar, aportando información en este cuestionario?

- ☐ Sí - ☐ No

Sección 2: Información Demográfica

1. Edad:

- ☐ 18-30 - ☐ 31-43 - ☐ 44-56 - ☐ 57 o más años

2. Género:

- ☐ Hombre - ☐ Mujer

3. ¿Hace cuánto tiempo vive en este barrio?

- ☐ Menos de 1 año - ☐ 1-5 años - ☐ 6 a 10 años - ☐ Mas de 10 años

Sección 3: Percepción sobre la Quebrada

4. ¿Considera usted beneficioso vivir cerca de una quebrada?

- ☐ Sí - ☐ No - ☐ No estoy Seguro

- ¿ Si respondió "¿Sí", por favor argumente cuales son los beneficios?

5. ¿Ha notado algún cambio en la calidad del agua de la quebrada en los últimos años?

- ☐ Sí - ☐ No- ☐ No estoy seguro - Si respondió "Sí", por favor argumente ¿cuáles son

los

cambios?

Sección 4: Impactos Antrópicos

6. ¿Cuáles de las siguientes actividades humanas cree que han afectado la quebrada? (Marque todas las que correspondan)

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| - Agricultura: | ☐ | - Construcción (Botan escombros): | ☐ |
| - Vertido de residuos: | ☐ | - Deforestación (Tala de Árboles): | ☐ |
| - Ganadería: | ☐ | - Minería no metálica: | ☐ |

- En una escala del 1 al 4, donde 1 es "No afecta" y 4 es "Afectación alta", responda las preguntas.

7. Cómo calificaría el impacto de las siguientes actividades en la quebrada?

	No afecta	Afectación baja	Afectación media	Afectación Alta
	1	2	3	4
Agricultura				
Construcción				
Vertidos de residuos				
Deforestación				
Ganadería				
Minería no metálica				
Otro: _____				

Sección 5: Salud y Bienestar

8. ¿Cree que la calidad del agua de la quebrada afecta la salud de su familia?

- ☐ Sí - ☐ No - ☐ No estoy seguro - Si respondió "Sí", por favor describa cómo:

-

Sección 6: Acciones y Soluciones

9. ¿Ha participado en alguna actividad de limpieza (minga) o conservación de la quebrada?

- ☐ Sí - ☐ No - Si respondió "Sí", por favor diga en cual y hace que tiempo sucedió.

10. ¿Qué medidas cree que se deberían tomar para mejorar la calidad del agua de la quebrada?

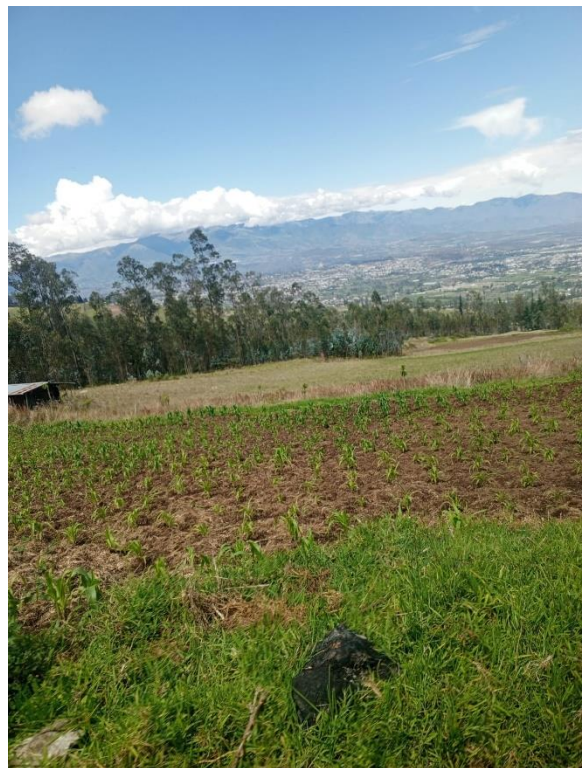
(Marque todas las que correspondan)

- ☐ Mayor regulación de las actividades humanas ☐ Creación de zonas protegidas - ☐ Programas de reforestación ☐ Educación ambiental para la comunidad - ☐ Otro (especifique):

Sección 7: Comentarios Adicionales

11. *¿Tiene algún comentario adicional o sugerencia sobre cómo proteger la quebrada?*

ANEXO 3 REGISTRO FOTOGRÁFICO



ANEXO 4 MATRIZ DE LEOPOLD

ANEXO 5 MATRIZ DE CONESA FERNANDEZ

Matriz de Identificación y Valoración de Impactos Ambientales (Método Conesa Fernández)							
Categoría	Impacto Ambiental	Magnitud del Impacto	Extensión del Impacto	Duración del Impacto	Recuperabilidad	Importancia	Descripción
Urbanización	Alteración del suelo	Alta	Local	Permanente	Baja	Alta	Modificación de áreas naturales para uso urbano, lo que genera pérdida de cobertura vegetal y compactación del suelo.
Excavación superficial	Incremento en la erosión	Alta	Regional	Mediano plazo	Media	Alta	Excavaciones asociadas a proyectos de infraestructura, causando aumento en la pérdida de suelo superficial y sedimentos.
Agricultura	Contaminación por fertilizantes	Media	Local	Corto plazo	Alta	Media	Uso excesivo de agroquímicos que contaminan el agua superficial y subterránea.
Ganadería	Degradación de la calidad del suelo	Media	Local	Permanente	Baja	Media	Compactación del suelo debido al sobrepastoreo, reduciendo su capacidad para retener agua y nutrientes.
Cantera	Alteración de la morfología del terreno	Alta	Regional	Permanente	Baja	Alta	Actividad minera en canteras para la extracción de áridos y pétreos, generando cambios significativos en el paisaje, pérdida de biodiversidad y emisiones.
Procesamiento de minerales	Emisión de partículas contaminantes	Alta	Local	Mediano plazo	Media	Alta	Liberación de partículas al aire durante el procesamiento de materiales, afectando la calidad del aire y la salud humana.
Aguas residuales municipales	Contaminación hídrica	Alta	Regional	Corto plazo	Alta	Alta	Descarga de aguas residuales sin tratamiento adecuado a cuerpos de agua, alterando su calidad y biodiversidad.
Vertido en quebradas	Contaminación de ecosistemas acuáticos	Media	Local	Mediano plazo	Alta	Alta	Descargas ilegales de residuos en las quebradas, afectando los ecosistemas fluviales y las especies acuáticas.
Estabilización de suelos	Mejora de la capacidad portante del terreno	Positivo	Local	Largo plazo	Alta	Media	Implementación de medidas para prevenir deslizamientos y mejorar la estabilidad del suelo en áreas críticas.
Reforestación	Incremento en la biodiversidad	Positivo	Regional	Largo plazo	Alta	Alta	Plantación de especies nativas en áreas degradadas, fomentando la recuperación ecológica y mejorando la captura de carbono.

ANEXO MATRIZ DE VESTER

MATRIZ DE VESTER					
Acciones Antrópicas	Urbanización	Excavación	Agricultura	Ganadería	Minería
Suelo	Erosión, compactación	Erosión, deslizamientos	Erosión, salinidad	Compactación, erosión	Erosión, contaminación
Agua	Contaminación por aguas residuales	Sedimentación	Contaminación por agroquímicos	Contaminación de aguas superficiales	Contaminación de aguas superficiales
Aire	Emisiones de polvo	Emisiones de polvo	Emisiones de gases de efecto invernadero	Emisiones de metano	Emisiones de polvo y gases
Flora	Pérdida de hábitat	Pérdida de hábitat	Pérdida de biodiversidad	Pérdida de hábitat	Pérdida de hábitat
Fauna	Degradación del paisaje	Degradación del paisaje	Degradación del paisaje	Disminución de especies nativas	Degradación del paisaje
Paisaje	Disminución	Disminución	Aumento	Degradación del paisaje	Disminución
Uso del suelo	Aumento de la demanda de servicios	Aumento de la demanda de materiales	Aumento de la producción alimenticia	Aumento de la demanda de pastizales	Aumento de la demanda de minerales

Calidad de vida	Disminución de espacios verdes	Alteración de ecosistemas	Mejora de la seguridad alimentaria	Aumento de la producción	Impacto en comunidades locales
Otros factores	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
Magnitud	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Dirección	Larga	Larga	Media	Larga	Larga
Duración	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
Reversibilidad	Reforestación, áreas verdes	Restauración del terreno, revegetación	Rotación de cultivos, fertilizantes orgánicos	Manejo sostenible de pastizales	Restauración de áreas mineras
Actores para la prevención y mitigación	Municipio	Minería terraza blanca	Agricultores	Ganaderos	Municipio y Minería terraza blanca
Respaldo normativo	COOTAD	Ley de minería	LORSA	Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.	Acuerdo ministerial 097A