



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA GUALAGCHUCO, EN EL PERIODO 2021- 2022”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros en Medio Ambiente

Autores:

Reyes Guanoquiza Robinson Fernando
Zambrano Ríos Esteban Ismael

Tutor:

Ilbay Yupa Mercy Lucila, Ph.D.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Robinson Fernando Reyes Guanoquiza, con cédula de ciudadanía No. 0603979352; y, Esteban Ismael Zambrano Ríos, con cédula de ciudadanía No. 1805238118, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco, periodo 2021- 2022”**, siendo la Ingeniera Ph.D Ilbay Yupa Mercy Lucila, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 21 marzo del 2022

Robinson Fernando Reyes Guanoquiza
Estudiante
CC: 0603979352

Esteban Ismael Zambrano Ríos
Estudiante
CC: 1805238118

Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila
Docente Tutor
CC: 0604147900

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **REYES GUANOQUIZA ROBINSON FERNANDO**, identificado con cédula de ciudadanía **0603979352** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco, periodo 2021- 2022”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021- Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de enero del 2022

Tutor: Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila

Tema: “Caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco, periodo 2021- 2022”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio

cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de marzo del 2022.

Robinson Fernando Reyes Guanoquiza
EL CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ZAMBRANO RÍOS ESTEBAN ISMAEL**, identificado con cédula de ciudadanía **1805238118** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco, periodo 2021- 2022”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021- Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de enero del 2022

Tutor: Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila

Tema: “Caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco, periodo 2021- 2022”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio

cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de marzo del 2022.

Esteban Ismael Zambrano Ríos
EL CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA GUALAGCHUCO, PERIODO 2021- 2022”, de Reyes Guanoquiza Robinson Fernando y Zambrano Ríos Esteban Ismael, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 21 de marzo del 2022

Ing. Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila
DOCENTE TUTORA
CC: 0604147900

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Robinson Fernando Reyes Guanoquiza y Esteban Ismael Zambrano Ríos, con el título de Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA GUALAGCHUCO, PERIODO 2021- 2022”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autorizan los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 21 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Mg. José Luis Agreda Oña
CC: 0401332101

Lector 2
Ing. Mg. Joseline Ruiz Depablos
CC: 1758739062

Lector 3
Ing. Mg. Oscar Daza Guerra
CC: 0400689790

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres, por el amor que me brindaron en cada paso, a mis hermanos por darme ánimos en cada proceso de mi vida. A mi madre y padre por confiar, por los valores y principios que me han inculcado y a mis hermanos que han confiado en mí y me han dado fuerzas para seguir adelante.

A la Ph.D Mercy Ilbay que con sus virtudes, paciencia y constancia en este trabajo supo guiarnos y encaminarnos en la elaboración de este proyecto, sus consejos fueron siempre útiles para nuestro crecimiento profesional.

A mi universidad por permitirme convertirme en un profesional apasionado, el apoyo cada día y la oportunidad de seguir creciendo.

A mis amigos que han sabido apoyarme y han sido parte importante de mi vida.

Reyes Guanoquiza Robinson Fernando

A mis queridos padres, por el amor que me brindaron en cada paso que he dado en mi vida, a mi dulce madre que con su cariño me ha sabido cobijar en mis noches más oscuras. A mi padre, por la forma de educarme con firmeza, tus sabios consejos y tus palabras de aliento me han motivado a seguir y lograr mis sueños. A mis hermanas que a pesar de mi carácter de una u otra manera me han brindado su apoyo para poder culminar esta carrera.

A la Ph.D Mercy Ilbay que con delicadeza nos ha sabido guiar y encaminar de la mano en la elaboración de este proyecto, compartiéndonos cada una de sus experiencias y conocimientos permitiéndonos aprender mucho más.

A mis abuelitos, tíos, primos y amigos que brindándome su apoyo en todo momento me han acompañado hasta conseguir este logro. “Somos la suma de los que nos rodean”

Zambrano Ríos Esteban Ismael

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Gustavo Reyes y Fabiola Guanoquiza, quienes con su amor, esfuerzo y paciencia me han permitido cumplir mis sueños hasta el día de hoy y sé que estarán conmigo en cada paso que dé. Gracias a su cariño han sabido darme ejemplo de esfuerzo, valentía y lucha ante todas las adversidades. A mis hermanos Fabian y Valeria que con su apoyo y confianza incondicional han hecho de mí una mejor persona.

Gracias por todo el apoyo y el amor brindado en los momentos buenos y malos, siempre los llevo en mi corazón.

Reyes Guanoquiza Robinson Fernando

El presente trabajo está dedicado principalmente a mis padres Luis Zambrano y Martha Ríos, con su ejemplo de vida me han enseñado que con amor, paciencia y confianza todo es posible. A mis hermanas, Daniela y Fernanda me han obsequiado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, a mi sobrino Julián por ser un ejemplo de valentía, esfuerzo y superación ante las adversidades de la vida.

A mis Abuelitos Ítalo y Esthela por sus oraciones, consejos que me acompañan en todo momento e hicieron de mí una mejor persona “Siempre métele ñeque a la vida”.

Por estar conmigo en cada momento, muchas gracias este logro es para ustedes.

Zambrano Ríos Esteban Ismael

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA GUALAGCHUCO, PERIODO 2021- 2022”.

AUTORES: Reyes Guanoquiza Robinson Fernando

Zambrano Ríos Esteban Ismael

RESUMEN

La cuenca hidrográfica es un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan recursos naturales y asentamientos humanos dentro de un conjunto complejo de relaciones. La contaminación de los efluentes es un problema muy común en la actualidad, siendo necesario el adecuado manejo y gestión del recurso hídrico. El objetivo principal de la presente investigación fue diagnosticar las amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco (MQG). Los parámetros topográficos, geológicos, climáticos y socioeconómicos fueron utilizados para la caracterización biofísico y socioeconómico de la MQG, información recolectada de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC), Ministerio de Salud Pública (MSP) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Pelileo. El diagnóstico de la MQG evidencia un estado de vulnerabilidad, el principal problema se debe a la agricultura intensiva que ha causado la sobre utilización de los suelos y la erosión de la zona, seguida de la industria textil que han generado problemas de contaminación en criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego, criterios de calidad de aguas de uso pecuario y normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce. Los parámetros de hierro (2,73 mg/l), manganeso (0,34 mg/l), demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (DBO₅) (<13 mg/l), demanda química de oxígeno (DQO) (<20 mg/l), nitratos (8,92 mg/l), oxígeno disuelto (6,49 mg/l), tensoactivos (3,97 mg/l), nitrógeno total (90,5 mg/l), nitrógeno amoniacal (76,8 mg/l), sólidos suspendidos totales (424 mg/l) y coliformes fecales (160000 nmp/100 ml) exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el Acuerdo Ministerial 097^a. Se evidencia así una contaminación del recurso hídrico generando una proliferación de malos olores y vertientes con tonalidades turbias. El agua no es apta para uso agrícola, consumo doméstico, preservación de vida acuática y descargas al cuerpo de agua dulce, es por ende que se necesita un mayor control y seguimiento a las actividades productivas que se desarrollan en la microcuenca.

PALABRAS CLAVE: agua, calidad, criterios, contaminación, vulnerabilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES ENVIRONMENTAL ENGINEERING

THEME: "Characterization and Diagnosis of Environmental Threats of the Gualagchuco Creek Micro-Watershed, 2021-2022".

Authors: Reyes Guanoquiza Robinson Fernando
Zambrano Ríos Esteban Ismael

ABSTRACT

The watershed is a system of catchment and concentration of surface water in which natural resources and human settlements interact within a complex set of relationships. Effluent contamination is a prevalent problem nowadays, and adequate water resources management is necessary. The main objective of this research was to diagnose the environmental threats of the Gualagchuco Creek micro-watershed (MQG). Topographic, geological, climatic, and socioeconomic parameters were used for the biophysical and socioeconomic characterization of the MQG, information collected from the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), Ministry of Environment, Water and Ecological Transition (MAATE), National Risk and Emergency Management Service (SNGRE), National Institute of Statistics and Census (INEC), Ministry of Education of Ecuador (MINEDUC), Ministry of Public Health (MSP) and Ministry of Agriculture and Livestock (MAG), and the Development and Land Use Plan (PDOT) of the Pelileo canton. The diagnosis of the MQG shows a state of vulnerability; the main problem is due to intensive agriculture, which has caused the overuse of soils and erosion in the area. Followed by the textile industry, which has generated contamination problems in water quality criteria for human consumption and domestic use, water quality criteria for agricultural or irrigation use, water quality criteria for livestock use, and general standards for effluent discharge into freshwater bodies. The parameters for iron (2.73 mg/l), manganese (0.34 mg/l), 5-day biochemical oxygen demand (BOD5) (<13 mg/l), chemical oxygen demand (COD) (<20 mg/l), nitrates (8.92 mg/l), dissolved oxygen (6.49 mg/l), surfactants (3, 97 mg/l), total nitrogen (90.5 mg/l), ammoniacal nitrogen (76.8 mg/l), total suspended solids (424 mg/l) and fecal coliforms (160000 nmp/100 ml) exceed the maximum permissible limits (MPL) established in Ministerial Agreement 097^a. Then, this shows contamination of the water resource, which generates a proliferation of bad odors and turbid watersheds. The water is unsuitable for agricultural use, domestic consumption, preservation of aquatic life, and discharges into the freshwater body; therefore, greater control and monitoring of productive activities in the Creek Micro-Watershed is needed.

Keywords: Water, Quality, Criteria, Contamination, Vulnerability.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	vi
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	x
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xiii
ÍNDICE GENERAL	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Directos	3
4.2. Indirectos	3
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. Cuenca	7
8.2. Partes de una cuenca	8
8.2.1. Cuenca alta	8
8.2.2. Cuenca media	8

8.2.3.	Cuenca baja	8
8.3.	Características del relieve de la cuenca	8
8.3.1.	Pendiente de la cuenca	8
8.4.	Subcuenca	9
8.5.	Microcuenca	10
8.6.	Quebradas	10
8.7.	Caracterización de una cuenca	10
8.8.	Diagnóstico de una cuenca.	11
8.9.	Amenazas ambientales	11
8.10.	Principales problemas de las unidades hidrográficas del Ecuador	11
8.11.	Calidad ambiental del recurso agua	12
8.11.1.	Calidad de agua	12
8.11.2.	Agua residual	12
8.11.3.	Agua residual industrial	12
8.11.4.	Agua residual doméstica	12
8.11.5.	Carga contaminante	13
8.11.6.	Carga máxima permisible	13
8.11.7.	Contaminación del agua	13
8.11.8.	Criterio de calidad del agua	13
8.11.9.	Cuerpo de agua severamente contaminado	13
8.11.10.	Descarga controlada	14
8.11.11.	Descarga de aguas residuales	14
8.11.12.	Planta de tratamiento de aguas residuales	14
8.11.13.	Reusó de aguas residuales	14
8.11.14.	Clasificación de la calidad del agua	14
8.12.	Contaminación de agua	21
8.13.	Factores que influyen en la calidad de agua	21
8.13.1.	Agricultura	21

8.13.2.	Ganadería	22
8.13.3.	Industria	22
8.14.	Marco legal	22
8.14.1.	Constitución de la República del Ecuador	22
8.14.2.	Ley Orgánica de Salud	23
8.14.3.	Código Orgánico del Ambiente.	23
8.14.4.	Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.	23
8.14.5.	Código Orgánico de Organización Territorial, Autónoma y Descentralización	25
8.14.6.	Acuerdo Ministerial No. 097 ^a . Reforma Texto Unificado De Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.	25
9.	VALIDACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS:	25
10.	METODOLOGÍA (MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS)	26
10.1.	Métodos	26
10.1.1.	Método inductivo	26
10.1.2.	Método cuantitativo	26
10.1.3.	Método cualitativo	26
10.2.	Técnicas	27
10.2.1.	Análisis documental	27
10.2.2.	Técnica de campo	27
10.3.	Instrumentos	27
10.3.1.	Herramientas y equipos	27
10.3.2.	Visita técnica	27
10.3.3.	Toma de muestra	28
10.4.	Caracterización biofísica	28
10.4.1.	Área de estudio	29
10.5.	Características socioeconómicas	30
10.6.	Caracterización ambiental	30
10.6.1.	Muestreo	30

10.6.2.	Parámetros y método de análisis.	31
10.6.3.	Materiales de recolección.	32
10.6.4.	Procedimiento de toma de muestra.	33
10.6.5.	Manejo de muestras.	33
10.7.	Diagnóstico ambiental	33
10.7.1.	Participación activa de los técnicos de la DCGA mediante el árbol de problemas.	33
10.7.2.	Metodología de apoyo caminata y diagrama de corte o transecto.	34
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	34
11.1.	Caracterización biofísica	34
11.1.1.	Climática	34
11.1.2.	Precipitación	35
11.1.3.	Temperatura y humedad	36
11.1.4.	Evapotranspiración	37
11.1.5.	Vientos	38
11.1.6.	Fisiografía	39
11.1.7.	Topografía y pendiente	39
11.1.8.	Geología	39
11.1.9.	Suelo	40
11.1.10.	Erosión	42
11.1.11.	Uso de suelo.	42
11.1.12.	Capacidad de uso del suelo	43
11.1.13.	Conflicto de uso de suelo	43
11.1.14.	Vulnerabilidad física	44
11.1.15.	Principales amenazas naturales	44
11.1.16.	Biodiversidad	46
11.1.17.	Zonas de vida	46
11.2.	Característica socioeconómica	47
11.2.1.	Demografía	47

11.2.2.	Migración	48
11.2.3.	Salud y seguridad social	48
11.2.4.	Educación	48
11.2.5.	Vivienda	48
11.2.6.	Infraestructura vial y de transporte	49
11.2.7.	Uso del agua de la quebrada Gualagchuco	49
11.2.8.	Servicios industriales	50
11.2.9.	Aspectos recreativos	50
11.2.10.	Actividades productivas industriales	51
11.2.11.	Institucionalidad	51
11.2.12.	Proyectos y programas	52
11.3.	Caracterización ambiental	52
11.3.1.	Índice verde urbano	52
11.3.2.	GAD municipales	52
11.3.3.	GAD provincial	52
11.4.	Análisis de los resultados de muestreo de agua de las Plantas de tratamiento de agua residual de la quebrada Gualagchuco.	53
11.4.1.	Criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.	53
11.5.	Análisis de los resultados del muestreo	58
11.5.1.	Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico.	58
11.5.2.	Criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego	60
11.5.3.	Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces	61
11.5.4.	Criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce	62
11.6.	Factores físicos de contaminación ambiental	63
11.6.1.	Olor	63
11.6.2.	Color	63
11.7.	Diagnóstico ambiental	64

11.7.1.	Caminata y diagrama de corte o transecto	64
11.7.2.	Árbol de problema	65
12.	PRESUPUESTO	68
13.	IMPACTOS	68
13.1.	Sociales y ambiental	68
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	70
16.	ANEXOS	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
Tabla 3 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico basado en el Acuerdo ministerial 097ª tabla 1	15
Tabla 4 Criterios de calidad de agua para riego agrícola basado en el Acuerdo ministerial 097ª tabla 3	16
Tabla 5 Criterios de calidad de aguas para uso pecuario basado en el Acuerdo ministerial 097ª tabla 5	18
Tabla 6 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce basado en el Acuerdo ministerial 097ª tabla 9	19
Tabla 7 Parámetros medidos en laboratorio	31
Tabla 8 Materiales de recolección.	32
Tabla 9 Precipitación promedio (mm de lluvia) de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco según sus estaciones meteorológicas (1985 – 2015).	35
Tabla 10 Análisis de agua de plantas de tratamiento de agua residuales de la quebrada Gualagchuco considerando criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.....	54
Tabla 11 Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico.	58
Tabla 12 Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego.	60
Tabla 13 Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces.	61
Tabla 14 Criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.....	62
Tabla 15 Presupuesto para el presente proyecto	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuencas hidrográficas del Ecuador	7
Figura 2: Subcuenca hidrográficas del Ecuador	9
Figura 3: Cuenca, subcuenca y microcuenca.	10
Figura 4: Ubicación de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	29
Figura 5: Punto de muestreo.....	31
Figura 6: Clima de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	35
Figura 7: Precipitación de microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	36
Figura 8: Temperatura del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	37
Figura 9: Pendiente en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	39
Figura 10: Geología del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	40
Figura 11: Taxonomía del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	41
Figura 12: Textura del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	42
Figura 13: Erosión en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	42
Figura 14: Uso del suelo en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	43
Figura 15: Conflicto de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	44
Figura 16: Principales amenazas en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	45
Figura 17: Principales amenazas en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	46
Figura 18: Zonas de vida en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	47
Figura 19: Red vial en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	49
Figura 20: Plantas de Tratamiento de agua residual.....	53
Figura 21: Diagrama de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	65
Figura 22: Problemas biofísicos de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.	66
Figura 23: Problemas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.....	67

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Evapotranspiración mensual de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco	38
Gráfico 2 Uso del agua de la quebrada Gualagchuco	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residuales Quitocucho.....	78
Anexo 2: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residuales Huambalo.....	79
Anexo 3: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residual Huasipamba	80
Anexo 4: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residuales La Florida	81
Anexo 5: Análisis de agua realizado por los estudiantes	81
Anexo 6: Análisis de agua realizado por las juntas de agua.....	84
Anexo 7: Aval de traducción	87

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchucu”.

Lugar de ejecución:

Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

Nombres de equipo de investigación:

Tutor: Ing. Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila

Estudiante 1: Sr. Reyes Guanoquiza Robinson Fernando

Estudiante 2: Sr. Zambrano Ríos Esteban Ismael

LECTOR 1: Mg. José Luis Agreda

LECTOR 2: Mg. Joseline Ruiz.

LECTOR 3: Mg. Oscar Daza

Área de Conocimiento:

Medio Ambiente, Ciencias Ambientales.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub-línea de Investigación de la Carrera:

Manejo y conservación del recurso hídrico.

Línea de Vinculación de la Facultad:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica es un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan recursos naturales y asentamientos humanos dentro de un conjunto complejo de relaciones, donde los recursos hídricos aparecen como factor determinante. Según Méndez (1960) “Una cuenca es el área de tierra definida por el patrón de escorrentía de agua, es decir, el área de tierra que desemboca en un arroyo, un río, un lago, un pantano, el mar o un acuífero subsuelo”. El enfoque de manejo de cuencas hidrográficas es la gestión para aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades humanas, buscando un balance entre equidad, sostenibilidad y desarrollo. Las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales se encuentran incluidos en la caracterización de la cuenca. El objetivo fundamental es cuantificar las variables para determinar los usos, posibilidades y límites de los recursos naturales y su entorno (Jiménez, 2009).

El diagnóstico de una cuenca permite conocer los límites y potencialidades de sus recursos naturales (Ortiz, 2018). De acuerdo con Ulises Cordón (2008) es un requisito esencial para la planificación, el ordenamiento y la sustentabilidad de los recursos naturales, es decir, que permita la identificación de las potencialidades y limitaciones de sus recursos en beneficio de los habitantes que habitan la zona. La caracterización y diagnóstico de la MQG es clave, ya que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Pastaza que es una de las más importantes del Ecuador, permitiendo así conocer la importancia para la población local y general. La microcuenca está ubicada en dos cantones importantes en producción agrícola como son los cantones Pelileo y Quero.

Los problemas que acechan al recurso hídrico se presentan de distintas formas como el avance de frontera agrícola, procesos de erosión, crecientes súbitas y sequías (Nazareno, 2016). Por tal razón, se realizó la presente investigación en donde se revisó información a través de la lectura de documentos, libros, páginas de sitios web. A su vez información de varias fuentes digitales y de distintos ministerios referente al tema como: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), Ministerio de Educación (NAP), Ministerio de Salud Pública (MSP) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El propósito de este documento es ofrecer un alcance y aportar conocimientos de la situación actual del manejo del recurso hídrico en la MQG.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La quebrada Gualagchuco muestra indicios de contaminación según el PDOT del cantón Pelileo (2014 - 2019) menciona que la “Contaminación de parte de industrias de jeans que descargan sus efluentes en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Quitocucho y Huasipamba, los mismos que son descargados en la hora de la madrugada y causa la contaminación de las quebradas de Gualagchuco”.

El área de estudio carece de una caracterización biofísica, socioeconómica y ambiental lo cual dificulta conocer el estado actual de la misma, el presente proyecto pretende informar a las autoridades y ciudadanía el estado de vulnerabilidad de la microcuenca. Se beneficiará de manera directa a los moradores de las parroquias Bolívar, Huambalo, Cotalo, Quero y Pelileo, que utilizan el recurso hídrico para satisfacer sus necesidades domésticas y agrícolas, con la finalidad de mejorar el bienestar social y ambiental. Por esta razón el presente proyecto es de gran relevancia para la población y autoridades del sector.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Directos

Los beneficiarios directos son los pobladores del cantón Pelileo, todos aquellos que utilizan el recurso hídrico para satisfacer sus necesidades, fomentando la protección ambiental, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos y promoviendo el uso racional de los recursos naturales.

4.2. Indirectos

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes de la carrera de ingeniería Ambiental y el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, ya que pueden hacer uso de la información obtenida, con la finalidad de que esta sirva como base para toda la comunidad generando un impacto positivo.

Tabla 1

Beneficiarios del proyecto

BENEFICIARIOS DIRECTOS		BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
Pobladores del cantón Pelileo		Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Ambiental	
Hombres:	27.327	Hombres:	201
Mujeres:	29.246	Mujeres:	321
Total:	56.573	Total:	522

Fuente: Censo, 2010

Universidad Técnica de Cotopaxi, 2020

Elaborado por: Reyes y Zambrano

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El crecimiento de la frontera agrícola ha provocado un considerable daño ambiental como es la alteración y desequilibrio del ecosistema natural, erosión, avance de suelos agrícola, desertificación y contaminación de los cuerpos de agua. La gestión para manejar, aprovechar y conservar los recursos naturales en las cuencas hidrográficas en función de las necesidades humanas, buscan un balance entre equidad, sostenibilidad y desarrollo.

La MQG pertenece a la cuenca del río Pastaza, subcuenca del río Patate, se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, en los cantones de Pelileo y Quero en las parroquias Bolívar, Huambalo, Cotalo, Quero y Pelileo. Ha sido foco de contaminación por parte de las acciones del hombre, a lo largo de su cauce se han producido botaderos de basura, fuente de descargas de aguas residuales e industriales ligadas a la producción de jeans. Las actividades antrópicas que se realizan alrededor de la MQG han incidido en la calidad de agua utilizada en diferentes criterios. La falta de información biofísica, socioeconómica y ambiental a pequeña escala no permite definir los problemas ambientales con exactitud, sin embargo los problemas por los cuales existe un incremento de contaminación ambiental es debido a al crecimiento de industrias textil “La industria textil requiere gran cantidad de agua para sus procesos, al momento de ser descargadas al cuerpo de agua se encuentran altamente contaminados con colorantes, sales inorgánicas y distintos compuestos químicos empleados en el proceso industrial” (Carvalho, 2016).

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Diagnosticar las amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco en el periodo 2021 – 2022.

6.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los aspectos biofísicos de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
- Analizar el comportamiento socioeconómico de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
- Determinar las amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

La caracterización y diagnóstico de las amenazas ambientales de la MQG tuvo como actividades la recolección de información bibliográfica, reconocimiento y delimitación de la zona de estudio para la respectiva caracterización biofísica, socioeconómica y ambiental. Posteriormente se determinó el diagnóstico ambiental de la quebrada Gualagchuco como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultado
Caracterizar los aspectos biofísicos de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco	- Georreferenciar la zona de estudio.	- Ingresar las coordenadas UTM en el software ArcGis 10.5.	Determinar la característica biofísica que presenta la zona de estudio.
	- Investigar las características propias del sector	- Insertar los shapefile en el software ArcGis 10.5. elaborando mapas de la zona.	

<p>Analizar el comportamiento socioeconómico de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar los cantones - Investigación bibliográfica 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las zonas en las que se encuentra el área de estudio mediante el software ArcGis 10.5. - Recopilación de información de instituciones del estado y páginas web. 	<p>Determinar la característica socioeconómica del área de estudio.</p>
<p>Determinar las amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Examinación preliminar de la zona de estudio. - Muestreo del efluente de la quebrada Gualagchuco - Utilización de herramientas participativas 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la información recopilada en conjunto con la DGCA del H. Gobierno Provincial de Tungurahua. - Análisis fisicoquímico y microbiológico basándonos en el Acuerdo Ministerial 097^a. - Utilización del árbol de problema en conjunto con la caminata y diagrama de corte o transecto. 	<p>Determinación del estado en que se encuentra la microcuenca.</p>

Elaborado: Reyes y Zambrano

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Cuenca

(Climático, 2002) menciona que “Una cuenca está compuesta por un río principal que sigue su curso hasta desembocar directamente en el mar, los afluentes que desembocan en el río principal se denominan afluentes de primer orden y las siguientes subdivisiones se denominan de segundo y tercer orden (Figura 01). Hace referencia a su definición geográfica, es el contorno o límite de la misma que desagua el agua en un punto común considerando principalmente aguas superficiales (Amendaño, 2018). Los límites de una cuenca se determinan a través de una línea divisoria de Aguas (Jimenez, 2004), el Ecuador se determinaron 79 cuencas hidrográficas, de las cuales 72 cuencas drenan al Océano Pacífico (vertiente del Pacífico) y 7 al Océano Atlántico (vertiente del Amazonas).

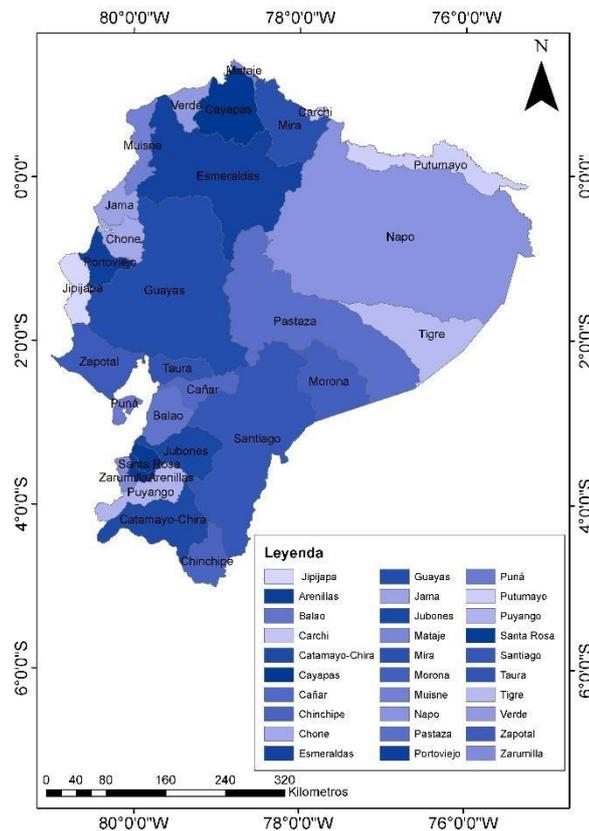


Figura 1: Cuencas hidrográficas del Ecuador

Fuente: Basado en SENAGUA, 2009

Elaborado: Reyes y Zambrano

8.2. Partes de una cuenca

Una cuenca, subcuenca, microcuenca y quebrada está formada por la parte alta, media y baja.

8.2.1. Cuenca alta

Suele corresponder a zonas montañosas o cabeceras de cerros, limitadas en su parte superior por cuencas hidrográficas (Gálvez, 2011). De acuerdo con Valdivieso (2021), es la zona donde se suscita el nacimiento del agua, que se desplazará sobre una superficie de grandes proporciones. Esta área tiene una gran capacidad para crear erosión, se encuentra tanto en las zonas montañosas como en las cabeceras de los cerros. Perez (2014) menciona que la cuenca alta constituye las laderas, montañas y la zona de nacimiento del río principal, el cual se desplaza por una gran pendiente.

8.2.2. Cuenca media

Según Galvez (2011) es donde se junta el agua recolectada en las tierras altas y donde el río principal mantiene un cauce definido, de acuerdo con Aquabook (2020) está conformada por valles y tierras onduladas, generalmente donde el río empieza a andar en zigzag. Aquabook (2012), menciona que los procesos de erosión son moderados.

8.2.3. Cuenca baja

Donde el río desemboca en ríos más grandes o áreas bajas como estuarios y pantanos (Gálvez, 2011). Como afirma Valdivieso (2021), es la zona donde la pendiente cambia bruscamente, el río desagua o desemboca en zonas bajas. Aquí predomina el proceso de sedimentación. Según Aquabook (2012) que es la zona donde los ríos pierden velocidad y potencia y todos los materiales recogidos sedimentan formando llanuras.

8.3. Características del relieve de la cuenca

8.3.1. Pendiente de la cuenca

El tipo de pendiente que alberga la cuenca, puede variar al encontrarse en la zona de la cordillera de los andes y su geología básicamente determina el periodo en que se formó la cuenca junto con material geológico que data desde su formación.

Esta característica afecta en gran medida a la velocidad con la que se forma la escorrentía superficial y, por tanto, al tiempo de concentración de las aguas pluviales en los cauces de los ríos que constituyen la red de drenaje de las cuencas (Ilbay, 2017).

8.4. Subcuenca

Drena el agua de las microcuencas, desembocando en el canal principal de una cuenca (UICN, 2009). En el Ecuador existen 157 subcuencas. Sanchez (2003), menciona que una subcuenca es una unidad hidrográfica de extensión menor a las cinco mil hectáreas, también se la puede definir como el conjunto de microcuencas con curso hídrico que se dirige al drenaje principal de la cuenca. Como señala Amendaño (2018), cada cuenca se divide en subcuencas, definiendo éstas como el área cuya escorrentía superficial discurre en su totalidad a través de una serie de arroyos, ríos y eventualmente lagunas hasta un punto determinado de un curso de agua.

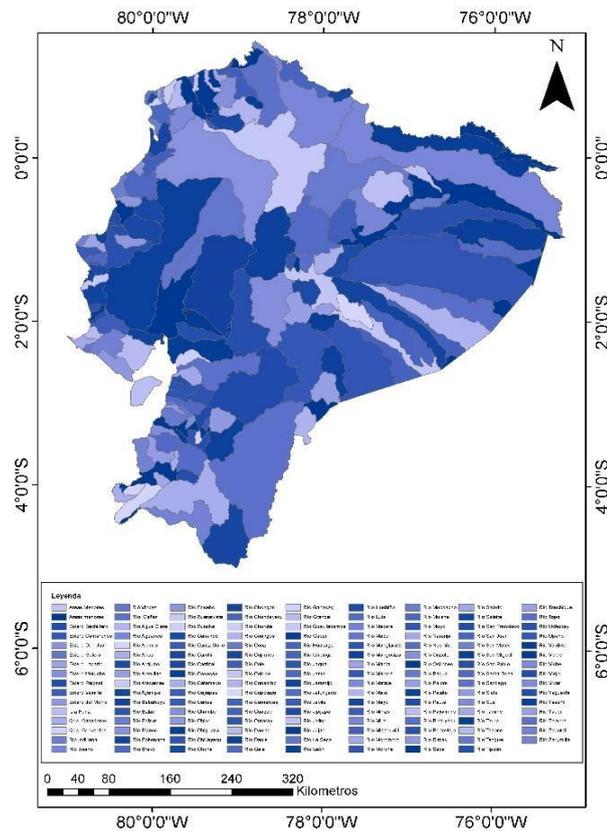


Figura 2: Subcuenca hidrográficas del Ecuador
Fuente: Basado en SENAGUA, 2009
Elaborado: Reyes y Zambrano

8.5. Microcuenca

Ordoñez (2011) lo define como un área de organización social, económica y operativa debido a que los arroyos desaguan riachuelos de las pendientes y altas laderas que desembocan en el cauce principal de una subcuenca. El área de drenaje de una microcuenca no es mayor a 50 km² (MADS, 2016), se descarga a una red hidrológica como un cauce natural, a su vez desemboca a un río principal (MADS, 2018).

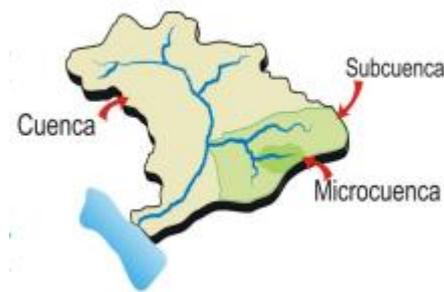


Figura 3: Cuenca, subcuenca y microcuenca.
Fuente: Adaptado por Casaverde, 2011.

8.6. Quebradas

Es toda el área que desarrolla su drenaje directamente al canal principal de una microcuenca (Gálvez, 2011). Citando a Pérez (2014), denomina quebrada a la hendidura de una montaña, al paso estrecho entre elevaciones o al arroyo o riachuelo, estos suelen tener algo de agua fluyendo sobre sí, a través de los cuales llega agua a cuerpos mucho más grandes, como ríos, lagos o mares.

8.7. Caracterización de una cuenca

En términos hídricos, una cuenca es una unidad natural definida por las cuencas hidrográficas de un territorio determinado, donde las aguas desembocan superficialmente en un cuerpo de agua común (río, lago, mar) (Brueva, 2018).

En el proceso de planificación, manejo y operación de cuencas, es necesario determinar sus características. Las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales se encuentran incluidos en la caracterización de la cuenca. El objetivo fundamental es cuantificar las variables para determinar los usos, posibilidades y límites de los recursos naturales y su entorno.

8.8. Diagnóstico de una cuenca.

La importancia de realizar un diagnóstico consiste en poder determinar, con datos medibles y existentes, la calidad biofísica, socioeconómica y ambiental de un área determinada, dando como resultado el estado real del ecosistema. Se debe utilizar información veraz, desarrollando el respectivo análisis de cada componente y determinando los principales problemas existentes en la cuenca, que permitan establecer las causas y consecuencias del desarrollo económico de la cuenca (Martínez, 2000).

8.9. Amenazas ambientales

Es La probabilidad de ocurrir un evento potencialmente catastrófico durante el período de tiempo en un sitio dado, Según Sanjines (2011) las manifestaciones del cambio climático, fenómenos hidroclimáticos, geotécnicos y geomórfico se interrelacionan ya que pueden ocasionar deslizamientos, inundaciones, seguía etc. Provocando un incremento de escenarios de desastre naturales.

8.10. Principales problemas de las unidades hidrográficas del Ecuador

En un estudio realizado en 1995 en el gobierno del Arq. Sixto Durán Ballén, realizado por la ex Comisión Consultiva Ambiental Presidencial (CAAM), observaron que casi el 40% de las aguas superficiales del Ecuador presentaban un alto grado de contaminación y el 25% un preocupante grado de contaminación, quedando sólo un 35% de agua no contaminada en el Ecuador a partir de esa fecha (Martínez, 2000). Los problemas ambientales que afectan a las unidades hidrológicas del Ecuador tienen múltiples causas, una de las cuales es la ausencia de cultura ecológica en las comunidades que habitan o suelen habitar en zonas cercanas a cursos de agua. Los problemas son muchos, dependiendo del lugar y uso, en general el problema básico es la falta de agua para uso doméstico y riego y las contradicciones existentes en el uso de los recursos hídricos.

Según la FAO, el principal problema se atribuye a la descarga directa de corrientes domésticas, industriales y agrícolas, sin ser depuradas ni tratadas, siendo así la principal causa del deterioro del recurso hídrico en el país (FAO, 2008). En Ecuador, casi ninguna ciudad trata sus residuos líquidos domésticos e industriales, que son vertidos de manera directa a los arroyos.

8.11. Calidad ambiental del recurso agua

8.11.1. *Calidad de agua*

Según el libro blanco de agua (2000) lo define como “La calidad del agua puede cambiar tanto por razones naturales como externas. Hablamos de contaminación cuando las causas externas que menoscaban la calidad natural del agua no están relacionadas con el ciclo hidrológico. Uno de los objetivos es prevenir, controlar y abordar los problemas derivados de la contaminación del agua, para lo cual es necesario enfocarse en mejores políticas de gestión de los recursos hídricos” (Demográfico, 2000).

Mediante el Acuerdo Ministerial 097-A, reforma libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua (Tapia, 2015).

8.11.2. *Agua residual*

Son aguas con composición variada que proviene de aguas ya sean de uso público, privado, industriales, comerciales, agrícolas, ganaderos u otros usos, ha socavado sus cualidades de origen (Tapia, 2015). De acuerdo con USAL (2013) las aguas residuales representan un peligro a la salud y al ambiente debido a que contienen una gran cantidad de microorganismos y contaminantes.

8.11.3. *Agua residual industrial*

Son aguas que se generan por desecho en las operaciones o procesos industriales (Tapia, 2015). Citando a Martínez (2020), son aquellas que provienen de cualquier actividad fabril en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se emplee este elemento. Contienen químicos orgánicos e inorgánicos, que posteriormente descargamos al medio ambiente.

8.11.4. *Agua residual doméstica*

Es una mezcla de desechos líquidos de uso doméstico, locales públicos, educacionales, comerciales e industriales que son vertidos a un afluente (Tapia, 2015). Contienen desechos humanos como heces y subproductos de operaciones domésticas como lavar, cocinar, bañarse o fregar (USAL, 2013).

8.11.5. Carga contaminante

Cantidad de un contaminante que ha contribuido a la descarga de un efluente o está presente en un cuerpo receptor, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo (Tapia, 2015). Según Martínez (2020), es la cantidad de un contaminante específico contenido en un desecho sólido o descarga líquida.

8.11.6. Carga máxima permisible

El aumento de un parámetro que puede aceptarse cuando se descarga a un sitio receptor o sistema de alcantarillado (Tapia, 2015). Según MINAM (2009), la concentración de parámetros físico-químicos y microbiológicos puede causar daños al medio ambiente, al bienestar humano ya la salud.

8.11.7. Contaminación del agua

Cualquier cambio en las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones que lo hagan inadecuado para su uso previsto, o que causen un efecto adverso en el ecosistema acuático, los seres humanos o el medio ambiente en general (Tapia, 2015). Según Zarza (2020), es la presencia de constituyentes químicos u otras especies a una densidad superior a la situación natural de tal forma que no cumple las condiciones de uso que le habrían sido destinados en su estado natural.

8.11.8. Criterio de calidad del agua

Los criterios de calidad para los distintos usos del agua son la base para determinar los objetivos de calidad en las secciones de un cuerpo receptor. Esta determinación generalmente requiere modelar el cuerpo de agua receptor, teniendo en cuenta las condiciones de flujo más críticas del cuerpo de agua, las cargas de contaminación futuras y la capacidad de asimilación del recurso hídrico (Tapia, 2015).

8.11.9. Cuerpo de agua severamente contaminado

Río, cuenca, canal o cuerpo de agua que puede recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales (Tapia, 2015). Según la OEHA (2012) se considera que un efluente está severamente deteriorado, cuando este deterioro está relacionado con el nivel de contaminación que se ha producido en o cerca del cuerpo de agua.

8.11.10. Descarga controlada

Primer término utilizado para los vertidos de residuos líquidos industriales después del desbroce. Segundo término utilizado en balsas de almacenamiento y vertido controlado, normalmente con fines de reutilización agrícola (Tapia, 2015). Según Aguamarket (2021) lo define como la regularización de la disposición de efluentes crudos para eliminar variaciones extremas de caudal y calidad.

8.11.11. Descarga de aguas residuales

Acción de vertido de aguas residuales en un sistema de acantilados o cuerpo receptor (Tapia, 2015). Según Ramírez (2007), es la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario y de las plantas de tratamiento a un cuerpo receptor.

8.11.12. Planta de tratamiento de aguas residuales

Conjunto de obras, instalaciones y procesos, implementados para mejorar las características de los efluentes domésticos e industriales (Tapia, 2015). De acuerdo con Márquez (2016), son un conjunto de operaciones y procesos unitarios de origen fisicoquímico o biológico o una combinación de los mismos que intervienen en fenómenos de transporte y manipulación de fluidos.

8.11.13. Reusó de aguas residuales

Uso de aguas residuales debidamente tratadas para un propósito específico (agrícola, industrial, etc) (Tapia, 2015). Saibon (2018) establece que es un proceso de convertir un flujo de desechos en agua que se puede reutilizar para otros fines.

8.11.14. Clasificación de la calidad del agua

Considerando la normativa hay 8 criterios de calidad por usos.

- **Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico**

Se entiende por agua para consumo humano la que se obtiene de cuerpos de agua, superficiales o subterráneos, y que, luego de ser tratada, será utilizada por individuos o comunidades (Tapia, 2015).

Tabla 3

Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico basado en el Acuerdo ministerial 097^a tabla 1

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

Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

- **Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego.**

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes (Tapia, 2015). Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuando las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos.

Tabla 4

Criterios de calidad de agua para riego agrícola basado en el Acuerdo ministerial 097^a tabla 3

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1

Hierro	Fe	mg/l	5
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/ l	0, 2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-sep
Plomo	Pb	mg/l	5
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

- **Criterios de calidad de aguas de uso pecuario.**

Se entiende por agua para uso ganadero la utilizada para dar agua a los animales, así como las demás actividades conexas y complementarias que establezcan los órganos competentes (Tapia, 2015).

Tabla 5

Criterios de calidad de aguas para uso pecuario basado en el Acuerdo ministerial 097^a tabla 5

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico	As	mg/l	0,2
Boro	B	mg/l	5
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	25
Cobalto	Co	mg/l	1
Cobre	Cu	mg/l	2
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	1
Mercurio	Hg	mg/l	0,01
Nitratos	NO ₃	mg/l	50
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Sólidos disueltos totales	SDT	mg/l	3000

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

- **Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.**

Dentro de los límites de actuación, los municipios tendrán competencia para definir las cargas máximas admisibles a los cuerpos receptores de los sujetos de control, como consecuencia del balance de masas para cumplir con los criterios de calidad para defender los usos asignados en las condiciones de caudal crítico y futuras cargas contaminantes (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

Tabla 6Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce basado en el Acuerdo ministerial 097^a tabla 9

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LMP
Aceites y Grasas	Película Visible	Mg/l	30
Alkil mercurio	MeHg	Mg/l	No detectado
Aluminio	Al	Mg/l	5
Arsénico Total	As	Mg/l	0,1
Bario	Ba	Mg/l	2
Boro total	B	Mg/l	2
Cadmio	Cd	Mg/l	0,02
Cianuro total	CN	Mg/l	0,1
Zinc	Zn	Mg/l	5
Cloro activo	Cl	Mg/l	0,5
Cloroformo	CHCl ₃	Mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	Mg/l	1000
Cobre	Cu	Mg/l	1
Cobalto	Co	Mg/l	0,5
Coliforme Fecal	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20
Compuesto fenólico	CPF	Mg/l	0,2
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	Mg/l	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO ₅	Mg/l	100
Demanda química de oxígeno	DQO	Mg/l	200
Estaño	Sn	Mg/l	5
Fluoruros	F ⁻	Mg/l	5

Fósforo Total	P	Mg/l	10
Hierro total	Fe	Mg/l	10
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	Mg/l	20
Manganeso total	Mn	Mg/l	2
Materia flotante	Visible	Mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	Mg/l	0,005
Níquel	Ni	Mg/l	2
Nitrógeno amoniaco	N-amoniaco	Mg/l	30
Nitrógeno total	TKN	Mg/l	50
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	Mg/l	0,05
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	Mg/l	0,1
Plata	Ag	Mg/l	0,1
Plomo	Pb	Mg/l	0,2
Potencial de Hidrógeno	pH	Mg/l	6-sep
Selenio	Se	Mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	Mg/l	130
Sólidos Totales	ST	Mg/l	1600
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	Mg/l	1000
Sulfuros	S ²⁻	Mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural +3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	Mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	Mg/l	1

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

8.12. Contaminación de agua

Según Manuel García (2009) cuando su composición o estado natural del agua se modifica de tal manera que pierde sus condiciones y se vuelve perjudicial para cualquier ecosistema se considera que está contaminada. El agua contaminada presenta variaciones físicas (temperatura, color, densidad, etc) también presenta alteraciones químicas (composición, sustancias disueltas, etc) o alteraciones biológicas por lo que no puede cumplir con sus funciones ecológicas y en muchos casos se vuelve peligrosa.

La contaminación puede ser natural y no causar cambios ni daños importantes a menos que se encuentre en un lugar específico. Las actividades humanas son una fuente importante de contaminación directa o indirecta, causando problemas al introducir contaminantes en el cuerpo. Los efluentes industriales y las descargas de aguas residuales domésticas sin tratar de las ciudades son fuentes importantes de contaminación (Gallego, 2000).

En el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1 se mencionan varios conceptos referentes a la contaminación del recurso hídrico como:

La polución o contaminación de las aguas es la presencia en el agua de contaminantes en concentraciones superiores a las establecidas en la legislación vigente. La contaminación térmica es la descarga de agua a temperatura superior o inferior a la registrada en el cuerpo receptor en el momento del vertido, procedente de sistemas industriales o actividades humanas.

8.13. Factores que influyen en la calidad de agua

8.13.1. Agricultura

El problema global de nuestro tiempo es la agricultura, una de las actividades más comunes en el mundo, ya que sabemos que la agricultura es el principal consumidor de agua dulce, representando alrededor del 70% de los recursos naturales. El agua del mundo se utiliza para esta actividad, que es en gran parte responsable de su degradación (Ongley, 1997). La problemática común en la mayor parte de países latinoamericanos, “es la contaminación derivada de fuentes difusas, como es el caso en la agricultura, por el uso excesivo de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua” (Ruiz, 2018).

8.13.2. Ganadería

Según la FAO “La producción ganadera y agrícola representa una gran proporción de los contaminantes que ingresan al medio ambiente”. Esta actividad es una de las más dañinas para los recursos hídricos debido a los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal. Debido a la acumulación de nutrientes, los cuerpos de agua se alimentan e infectan con patógenos que amenazan la salud humana (Hagbrink, 2010). Los principales agentes contaminantes según la FAO (2006) son: Los desechos animales, antibióticos, hormonas, productos químicos utilizados para teñir el pelaje, los fertilizantes y pesticidas utilizados para fumigar los cultivos forrajeros y el pastoreo excesivo afectan los ciclos de las aguas superficiales y subterráneas.

8.13.3. Industria

Las industrias de cualquier tipo necesitan grandes cantidades de agua para llevar a cabo distintos procesos productivos. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y Unión Europea en 2020 mencionan que los mayores culpables del desperdicio de agua es la industria textil. La fabricación de ropa provoca el 20% de contaminación del recurso hídrico.

La Cantidad de agua necesaria para la industria textil varía según la fibra textiles y tintes utilizados el tinte índigo, necesitas al menos 42 litros de agua para su proceso de tinturado, lavado y acabado. La industria textil tiene un alto impacto ambiental por la carga de agua contaminadas producidos en diversos procesos (Sánchez, 2018).

8.14. Marco legal

8.14.1. Constitución de la República del Ecuador

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

Art. 66, “27) El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza” (Nacional A. , 2008).

Art. 411. “El estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se

regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua” (Nacional A. , 2008).

8.14.2. Ley Orgánica de Salud

Mediante el registro oficial suplemento 423 de 22-dic-2006 establece la prohibición de descargas o depósitos de agua sin tratamiento adecuado, según el **Art. 103.-** “Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares” (Salud, 2015).

Art. 104.- Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios tiene la obligación de instalar un sistema de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades (Salud, 2015).

8.14.3. Código Orgánico del Ambiente.

De acuerdo con el registro oficial suplemento No. 983 De 12-Abr.-2017 menciona que el estado tiene como objetivo en relación a la biodiversidad considerara un enfoque integral para la conservación y uso sostenible de cuencas hidrográficas y recurso hídricos según el **Art. 30.-** 7) Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua (Ambiente, 2018).

Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto (Ambiente, 2018).

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

Mediante el registro oficial suplemento 305 De 06-Ago.-2014 establece la definición de una cuenca hidrográfica como una unidad territorial delimitada como líneas divisorias de sus aguas según el **Art. 7.-** Cuenca hidrográfica y principio de unidad de cuenca en la gestión de las Demarcaciones Hidrográficas.- De conformidad con lo indicado en el artículo 8 de la Ley, se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan

superficialmente hacia un cauce común. Cuando los límites de las aguas subterráneas no coincidan con la línea divisoria de aguas superficiales, dicha delimitación incluirá la proyección de las aguas de recarga subterráneas que fluyen hacia la cuenca delimitada superficialmente (Aprovechamiento, 2015).

Art. 8 señala que: “La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia” (Aprovechamiento, 2015).

Art. 41.- Funciones de las Juntas Administradoras de Agua Potable.- Corresponde a las Juntas Administradoras de Agua Potable:

a) Conservar, mantener, rehabilitar y operar las infraestructuras para la prestación de los correspondientes servicios (Aprovechamiento, 2015).

Art. 49.- Funciones de las Juntas de Riego.- Corresponde a las Juntas de Riego:

a) Gestionar la infraestructura del Sistema, sea propia de la Junta o cedida en uso a ella por el Estado a través de los diferentes niveles de gobierno (Aprovechamiento, 2015).

Art. 64.- “La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida” (Aprovechamiento, 2015).

Art. 66.- “La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los sistemas alterados” (Aprovechamiento, 2015).

Art. 74.- Conservación de las prácticas de manejo del agua. Se garantiza la aplicación de las formas tradicionales de gestión y manejo del ciclo hidrológico, practicadas por comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y se respetan sus propias formas, usos y costumbres para el reparto interno y distribución de caudales autorizados sobre el agua (Aprovechamiento, 2015).

Art. 79.- “b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad; f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico” (Aprovechamiento, 2015).

Art. 83.- Clases de usos. Soberanía Alimentaria.- De acuerdo con lo previsto en el artículo 318 de la Constitución, el recurso hídrico se destinará para: consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas (Aprovechamiento, 2015).

8.14.5. Código Orgánico de Organización Territorial, Autónoma y Descentralización

Según el registro oficial suplemento 303 de 19-oct-2010 establece los fines de las organizaciones político – administrativa del estado en diferentes niveles, de acuerdo el **Art. 4.-** establece que entre los fines de los gobiernos autónomos descentralizados está: “La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable” (Territorial, 2019).

Art. 65.- “Entre las competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural está: d) incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente” (Territorial, 2019).

8.14.6. Acuerdo Ministerial No. 097ª. Reforma Texto Unificado De Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

La presente norma establece los principios básico y enfoque general para el control de la contaminación del agua como se establece en el **Anexo 1.-** “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Agua de Efluente:

Recurso Agua. a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos hídricos o sistemas de alcantarillado.

b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y, c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua” (Ambiente M. d., 2015).

9. VALIDACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS:

¿Cuáles son las amenazas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco?

Se evidencia un estado de vulnerabilidad que ha generado múltiples dificultades, como avance de la frontera agrícola con 35% sobre 3000 msnm en la parte alta de la microcuenca, erosión severa en un 51,49% del territorio y una sobre utilización del suelo en un 62,96%.

Existe una contaminación del recurso hídrico que procede de actividades antrópicas como la agricultura e industria textil, se genera la proliferación de malos olores y vertientes con tonalidades

turbias. El agua no es apta para uso agrícola, consumo doméstico, preservación de vida acuática y descargas al cuerpo de agua dulce.

10. METODOLOGÍA (MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS)

10.1. Métodos

El presente trabajo fue realizado considerando 3 etapas para cumplir con los objetivos planteados:

10.1.1. Método inductivo

Es una herramienta que se basa en la observación, razonamiento y análisis de elementos y hechos particulares, con el fin de llegar a una conclusión que pueden derivar en fundamentos para una teoría. Mediante este método se inició el proceso analítico, estableciendo los siguientes pasos:

Inicia por la delimitación de la zona de estudio (MQG) mediante el software ArcGis 10.5 seguido de la recopilación y clasificación de la información permitiendo así determinar el estado en el que se encuentra la MQG.

10.1.2. Método cuantitativo

En un estudio de fenómenos sociales y ambientales, se define como método cuantitativo el proceso de recolección de información y análisis de datos cuantitativos de diferentes aspectos con el fin de obtener un dato estadístico de una variable.

Corresponde a la recopilación de información mediante el análisis de calidad de agua evaluando según la normativa ambiental vigente, plataformas digitales de instituciones o entidades del estado, implementado herramientas tecnológicas explicando sucesos a través de datos estadísticos con el fin de dar un resultado.

10.1.3. Método cualitativo

Nos permite analizar la información obtenida del método cuantitativo con el fin de identificar y comprender los resultados, dándole un sentido a las actitudes, acciones sociales y percepciones culturales.

10.2. Técnicas

10.2.1. Análisis documental

El presente trabajo fue realizado utilizando estrategias de revisión bibliográfica e investigación de fuentes secundarias divididas de la siguiente manera:

Conceptos básicos: herramientas informáticas como sistemas de información geográfica (GIS) y procesamiento de datos (ArcGis 10.5 y Excel) para mapear el uso de la tierra, la pendiente, el suelo, el clima, el hábitat y más. Se investigó la calidad de vida en términos de distribución territorial, demografía, educación, vivienda y salud en bases de datos de plataformas nacionales: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ministerio de Medio Ambiente, Agua y Transiciones Ecológicas (MAATE), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Ministerio de Educación (MINEDUC), Ministerio de Salud Pública (MSP) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La información obtenida se analizó y se organizó de manera que se generó la caracterización y diagnóstico de amenazas ambientales de la MQG.

10.2.2. Técnica de campo

Fue aplicada mediante una visita in situ, donde se determinó mediante observación directa la gestión de la quebrada Gualagchuco y el punto de muestreo de acuerdo a la percepción visual, analizando las condiciones del área de estudio.

10.3. Instrumentos

10.3.1. Herramientas y equipos

- Internet
- Computadora

10.3.2. Visita técnica

- GPS
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

10.3.3. Toma de muestra

- Recipiente de vidrio (Ámbar)
- Cooler
- Botas y guantes
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- GPS
- Etiquetas

10.4. Caracterización biofísica

Para la determinación de las características climáticas de la microcuenca se utilizaron datos de temperatura, precipitación, humedad y viento. Información disponible en los anuarios del INAMHI en el periodo 1985 – 2015, donde cada variable meteorológica fue recolectada, analizada y procesada con el propósito de completar los datos faltantes mediante:

- **Media aritmética**

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

xi= valores de precipitación completas

n: número total de datos de la serie

- **Razon Q**

$$q = \frac{\sum bi}{\sum ai}$$

Dónde:

i: desde 1 hasta n

bi: datos incompletos de la estación B

ai: datos incompletos de la estación A

La estimación de datos del factor de evapotranspiración potencial se utilizó la tabla de cálculo de Oudin en donde ubicamos los datos de temperatura y latitud en grados, obteniendo la evapotranspiración potencial.

La delimitación de la MQG se realizó mediante el software ArcGis 10.5, en donde se obtuvo información de cobertura vegetal, suelos, topografía, pendiente, fisiografía, geología, erosión, uso de suelo, capacidad de uso del suelo, conflicto de uso de suelo y vulnerabilidad mediante el software antes mencionado en conjunto con el PDOT del cantón Pelileo.

10.4.1. Área de estudio

La quebrada Gualagchuco se encuentra en la parte inferior de la sub-cuenca del río Patate, el mismo es uno de los principales afluentes del río Pastaza. La MQG se ubica en latitud ($1^{\circ}22'59.96''S$) y longitud ($78^{\circ}32'21.70''O$), en las parroquias de Quero, Pelileo, Bolívar, Cotaló y Huambalo. Cuenta con una temperatura estable entre 12 y 14 °C debido a que pertenece en gran medida a la región Sierra o Interandina en una elevación de 2600 msnm. La economía del lugar se basa en la agricultura e industria textil, el 84.1% de su suelo es usado en tierras agropecuarias.

Las actividades productivas en la MQG mediante la población económicamente activa (PEA) se dedican en un porcentaje del 42.7% a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido por una de las principales actividades industriales manufactureras con un porcentaje de 26.6%. La MQG forma parte de la economía de la provincia de Tungurahua no solo por sus productos agrícolas, sino también por la industria textil ubicada en los cantones de Pelileo y Quero.

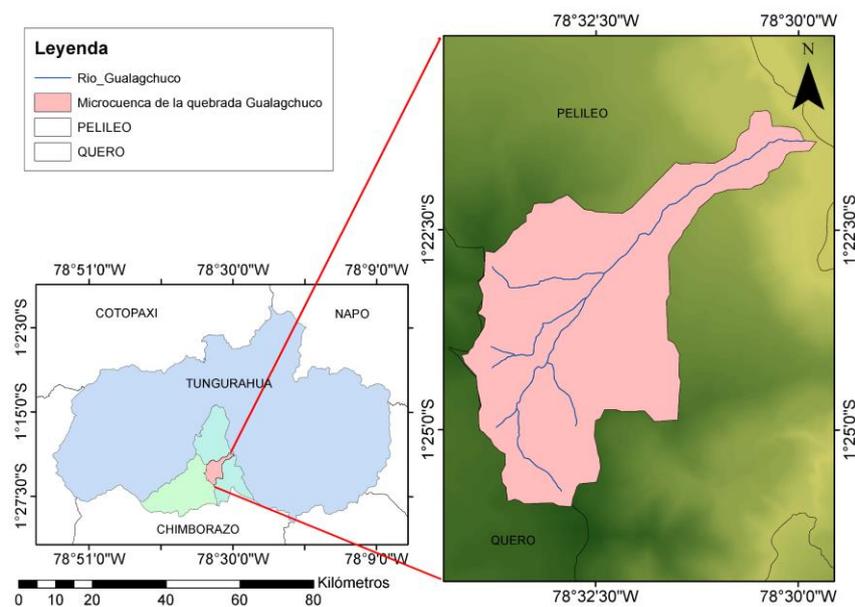


Figura 4: Ubicación de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014.
Elaborado: Reyes y Zambrano.

10.5. Características socioeconómicas

Para la determinación de las características socioeconómicas, primero se identificó los cantones que pertenecen a la MQG, para ello, se utilizó el software ArcGis 10.5, ayudando a delimitar la línea divisoria entre la microcuenca y los límites cantonales y parroquiales que la encuentra integrada. El desarrollo y obtención de los datos se usó el PDOT del cantón Pelileo, nos basamos en los informes establecidos por las instituciones del estado como son: INEC, MINEDUC, MSP, MAATE, además, se pone en consideración, que se utilizó información extra y referencial de páginas de sitio web. Sin embargo, en las parroquias Pelileo, Huambalo, Bolívar, Cotaló y Quero se dio un estimado de información, debido a que línea divisoria de la MQG corta por la mitad las parroquias de los cantones Pelileo y Quero.

10.6. Caracterización ambiental

Para la caracterización ambiental de la MQG se identificó las estadísticas ambientales obtenidas en la página digital del INEC en el censo de la información ambiental económica en los años 2012 Y 2020. Se llevó a cabo un monitoreo de efluentes en el canal de riego perteneciente a las parroquias Quitocucho, Huambalo, Huasipamba y La Florida, se realizó una análisis físico-químico y microbiológico del recurso hídrico. Basándonos en criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, uso agrícola o de riego y criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Además se obtuvo información de monitoreos de efluentes de las juntas de agua potable de las parroquias en mención en el periodo 2020 – 2021. Evaluados mediante los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.

10.6.1. Muestreo

Se determinó la zona de influencia, para el punto de la quebrada ubicada en la parte noreste del cantón Pelileo, en el sector se encuentra cuatro (4) PTAR perteneciente a las parroquias Quitocucho, Huambalo, Huasipamba y La Florida, considerando este último como el área de mayor influencia de contaminación, debido a la acumulación de contaminantes siguiendo el cauce perteneciente a la quebrada Gualagchuco. El punto de muestreo está ubicado en la parte baja de la comunidad de Vallehermoso, sector Chaupi exactamente a 15 minutos del Artezon a 3 km de

distancia de la PTAR La Florida. Mediante la visita técnica realizada en el mes de septiembre de 2021, se presencié la falta de mantenimiento en las PTAR, basura común e industrial (residuos textiles), aguas turbias y malos olores.

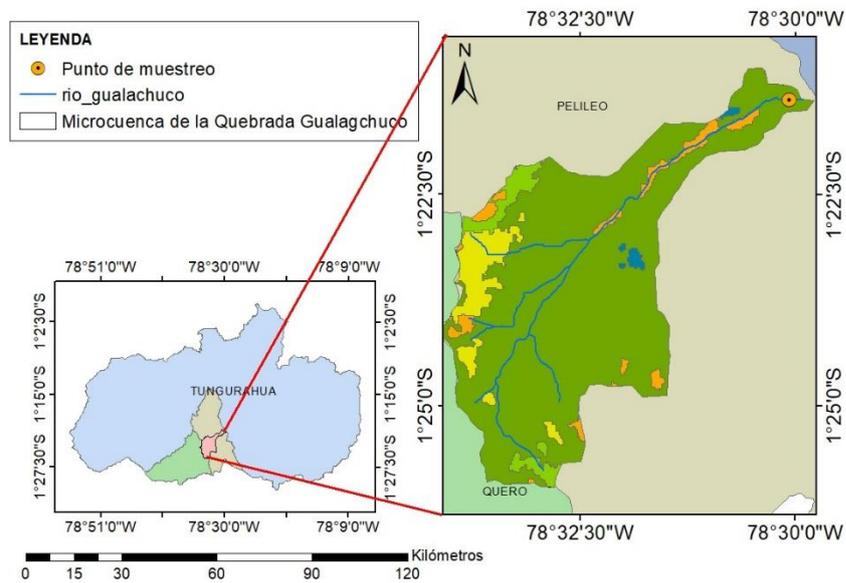


Figura 5: Punto de muestreo
Elaborado: Reyes y Zambrano.

10.6.2. Parámetros y método de análisis.

En el presente proyecto se realizó un análisis físico-químico y microbiológico del recurso hídrico, basándonos en criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, uso agrícola o de riego y criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, establecidos Acuerdo Ministerial 097-A, anexo 1, reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

- **Parámetros medidos en laboratorio.**

Los parámetros descritos en la tabla 7, se consideró cromo hexavalente, plomo y manganeso debido a que se generan durante el proceso de teñido en las industrias textiles, los fosfatos totales, hierro, nitratos son parámetros que se encuentran en fertilizantes utilizados en la agricultura.

Tabla 7

Parámetros medidos en laboratorio

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
-----------	--------	--------

Cromo Hexavalente	mg/l	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019
DQO	mg/l	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed.10, 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D
DBO5	mg/l	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017
Fosfato Totales	mg/l	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017
Hierro	mg/l	PRO TEC 020 / HACH 8008, Ed. 09, 2014
Manganeso	mg/l	PRO TEC 048 / HACH 8149, Ed. 10, 2017
Nitratos	mg/l	PRO TEC 024 / HACH 8192, Ed. 11, 2019
Oxígeno Disuelto	mg/l	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G
	%	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G
pH	UpH	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B
Plomo	mg/l	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-177.00
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	PRO TEC 039 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 C
Turbiedad	NTU	PRO TEC 060 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 B

Elaborado por: Reyes y Zambrano.

10.6.3. *Materiales de recolección.*

Los materiales que se utilizaron en el proceso de toma de muestras se enlistan a continuación:

Tabla 8

Materiales de recolección.

Parámetros	Envases	Volumen (ml)	Preservación	Condiciones de conservación
Fisicoquímicos	Ambar	1000	Refrigeración	14°
Microbiológicos	Ambar	1000	Refrigeración	14°

Elaborado por: Reyes y Zambrano.

10.6.4. Procedimiento de toma de muestra.

Se realizó un muestreo puntual, la misma que consistió en la toma del volumen de agua mencionado en la tabla 8 en los puntos georreferenciados en la figura 5.

- **Análisis de parámetros físico-químicos.**

El muestreo se realizará homogeneizando el envase ámbar con el agua a muestra dos a tres veces seguidas, posteriormente se tomará la muestra llenando el envase.

- **Análisis de parámetros microbiológicos.**

Se procederá a abrir el envase ámbar dentro del agua para evitar contaminación evitando llenar el frasco al 100% con el propósito de conservar los microorganismos.

10.6.5. Manejo de muestras.

Las muestras se colocaron en un recipiente (cooler) con hielos para su previa entrega al laboratorio, se mantuvo una temperatura del 14° al momento de su entrega, las muestras microbiológicas al igual que las físico-químicas fueron analizadas dentro de las 24 horas posterior al muestreo.

10.7. Diagnóstico ambiental

Para el diagnóstico de la MQG se utilizó información bibliográfica, permitiendo determinar las características biofísicas y socioeconómicas, así desarrollando el análisis respectivo a cada componente e identificando problemas ambientales presentes en la microcuenca. Mediante la comparación de los mapas de cobertura vegetal, erosión y conflictos de uso de suelo, se establecieron los problemas de la microcuenca. En conjunto con la participación activa de los técnicos de la Dirección de Gestión y Calidad Ambiental (DGCA) del H. Gobierno Provincial de Tungurahua como Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr), debido a que el problema abarca a 3 parroquias del cantón Pelileo y Quero, así abriendo un diálogo para establecer los problemas, las causas y las consecuencias.

10.7.1. Participación activa de los técnicos de la DCGA mediante el árbol de problemas.

Para elaborar el árbol de problemas lo primero que se realizó fue, definir el problema central (TRONCO) mediante el análisis de los problemas y potencialidades del componente biofísico en el

PDOT del cantón Pelileo. Una vez compilada la información se da inicio a la formación del árbol de problemas y objetivos, buscamos las causas esenciales y directas ubicándose debajo del problema definido (RAÍCES), las causas que determinan o influyen en las condiciones que surge el problema. Es importante verificar que existe una relación directa entre ellos y el problema, ubicando en última instancia el impacto o desempeño en el problema central (FRUTAS) (Hernandez, 2021).

10.7.2. Metodología de apoyo caminata y diagrama de corte o transecto.

Esta herramienta se llevó a cabo durante el recorrido, se contó con el apoyo de moradores del sector donde sugirieron visitar los alrededores de la quebrada, esto con el fin de obtener más información y proporcionar comentarios sobre su importancia, el uso y el estado en que se encuentra la quebrada. Cabe señalar que esta metodología únicamente sirvió de apoyo para la metodología anterior.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Caracterización biofísica

11.1.1. Climática

Los datos recopilados por el SNI en el 2014 determinaron que el clima de la MQG es heterogéneo, teniendo una variabilidad climática dividida en dos (2) zonas, como es el clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo representado con el 94,93% con un área de 27,31 km² seguido del clima Ecuatorial de Alta Montaña representado con el 5,07% con un área de 1,46 km². El clima se ve modificado por los vientos que ingresan por el río Pastaza.

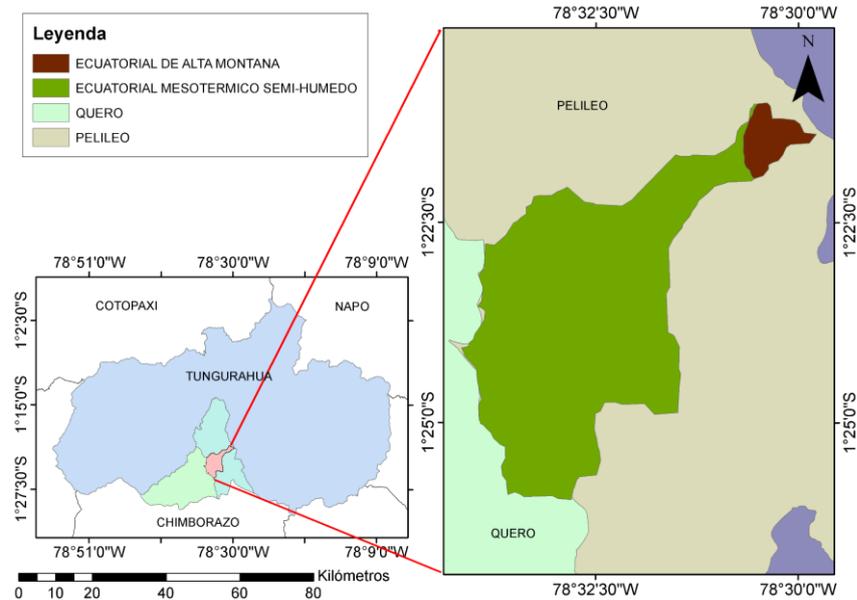


Figura 6: Clima de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014.
Elaborado: Reyes y Zambrano.

11.1.2. Precipitación

En los datos recopilados por el INAMHI en los periodos 1985 a 2015 la MQG posee dos zonas climáticas, con su periodo más lluvioso presente en los meses de mayo y junio, tiene un periodo seco en los meses de septiembre, diciembre y enero. La MQG muestra una precipitación promedio de 672,2 milímetros de lluvia anual, con un pico máximo de 107,3 milímetros de lluvia en el mes de junio, siendo el mes donde existe mayor presencia de precipitaciones.

Tabla 9

Precipitación promedio (mm de lluvia) de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco según sus estaciones meteorológicas (1985 – 2015).

Meses	Estación M0126 (mm)	Estación M0127 (mm)	Estación M0377 (mm)	Estación M0380 (mm)
Ene.	24,6	34,7	43,0	49,7
Feb.	47,2	56,2	56,9	44,3
Mar.	42,4	48,7	70,4	59,3
Abril.	57,0	62,7	83,8	79,5
May.	63,3	60,1	84,6	84,5

Jun.	70,6	50,7	98,5	132,7
Jul.	54,3	32,2	69,9	107,3
Ago.	42,6	25,7	55,0	82,7
Sep.	38,0	35,5	44,8	52,2
Oct.	41,9	43,0	52,1	51,4
Nov.	38,6	43,1	62,3	54,4
Dic.	36,8	31,7	48,4	40,0
Promedio anual	46,4	43,7	64,1	69,8

Fuente: INAMHI, 1985-2015
Elaborado: Reyes y Zambrano

En la MQG varían el rango de precipitación de 500 mm a 1000 mm de lluvia. Sin embargo, en cuanto a su distribución espacial, la región norte presenta menor precipitación, mientras que la región sur de la microcuenca presenta mayor precipitación.

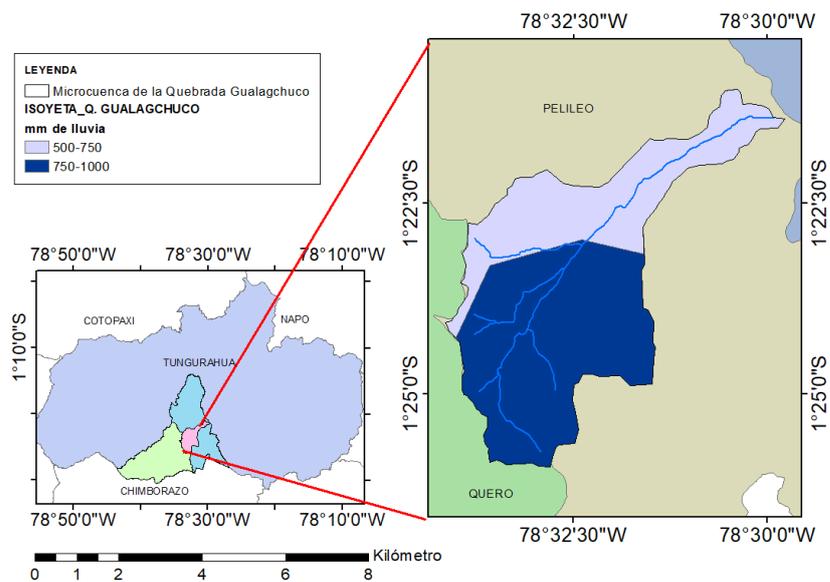


Figura 7: Precipitación de microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014

Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.3. Temperatura y humedad

La temperatura de la MQG mediante datos recopilados por el INAMHI y SNI en el año 2017, muestra que su temperatura es estable, entre 12 y 14 °C debido a que pertenece en gran medida a la región Sierra o Interandina, su temperatura máxima se halla en los meses de septiembre hasta

noviembre y su temperatura mínima en el mes de febrero. La humedad relativa varía con altos porcentajes en marzo y abril, y disminuye en julio y diciembre, diversificándose las precipitaciones en la subcuenca, manteniendo la humedad en un promedio anual de 82%. Según INAMHI (2017), en los estados Pelileo y Quero en las parroquias Bolívar, Huambaló, Pelileo, Cotaló y Quero, la temperatura medida con termómetro seco fluctúa entre 12 y 14 grados centígrados, por lo que se mantiene la humedad relativa 70 - 80%.

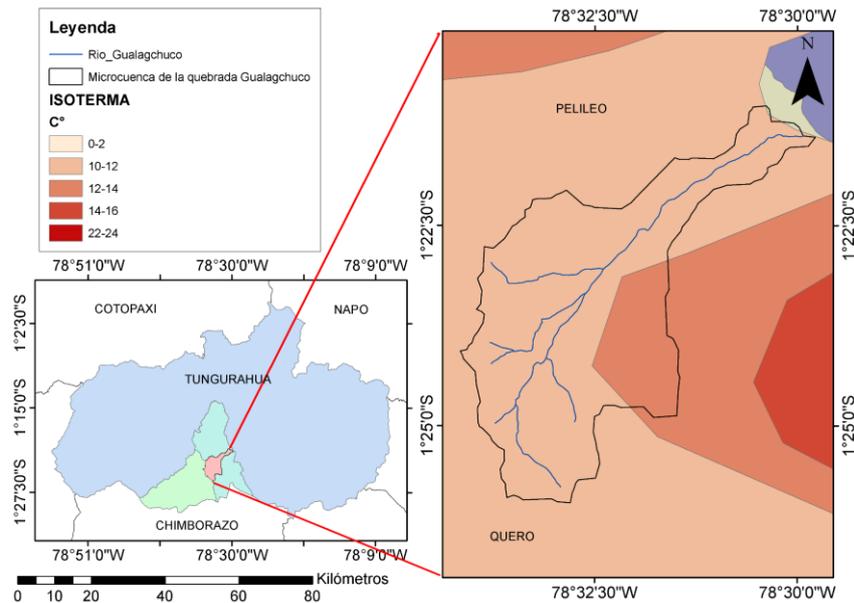


Figura 8: Temperatura del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2017

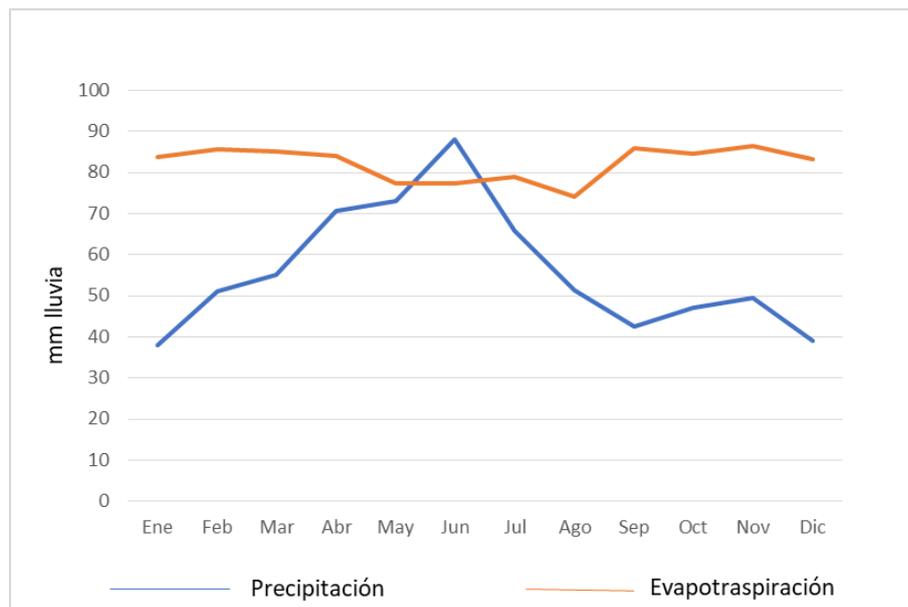
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.4. Evapotranspiración

En base a las series de datos climáticos obtenidos en el INAMHI en los periodos de 1985 - 2015 se realizó el cálculo mediante Oudin, obteniendo que la evapotranspiración potencial de MQG, varía desde su pico máximo que es 86,53 mm en el mes de noviembre y el mes con menor evapotranspiración en agosto con 74,15mm, dando así un promedio anual de 32,5 mm. Cabe mencionar que la evapotranspiración con el transcurso del tiempo, debido a factores naturales de tipo antrópico, como el cambio climático y la variación en el uso del suelo han afectado directamente a la microcuenca.

Gráfico 1

Evapotranspiración mensual de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco



Según: INAMHI, 1985-2015
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.5. Vientos

Según datos recopilados por el PDOT del 2019, los vientos de MQG corresponden a cambios de temperatura y diferencias de presión atmosférica, produciéndose vientos diarios de mayor intensidad, especialmente durante los meses de junio, julio y agosto, la subcuenca presenta una velocidad de viento promedio de 2,3 m/s. Por supuesto, el máximo encontrado en agosto es diferente del mínimo encontrado en abril, y tiene en cuenta el hecho de que a mayor altitud, mayor velocidad del viento y, naturalmente, menor temperatura. Prado (2019) menciona que “el movimiento horizontal de una masa de aire se define como el movimiento del viento en respuesta a su desplazamiento desde una zona de alta presión hacia una zona de baja presión”. En la MQG, la tendencia general es que la velocidad del viento aumenta con la altitud.

11.1.6. Fisiografía

Según datos recopilados por el PDOT del 2019, la MQG forma parte del cantón Pelileo, comprende un relieve con valles y taludes interandinos compuestos por fosas llenas de sedimentos dendríticos y volcánicos. Están ubicados en todo el cantón desde Chiquicha por el norte hasta Cotaló por el sur. En él encontramos pendientes cóncavas, convexas e irregulares, colinas medianas, valles y superficies planas donde se ubica la ciudad de Pelileo (Jerez, 2014).

11.1.7. Topografía y pendiente

Los datos recopilados por el SNI en el 2014, determinan que la topografía de la MQG presenta 1,42% de pendiente plano o casi plano; 0,87% de pendiente suave o ligeramente ondulada; 15,23% de pendiente moderadamente ondulada; 15,44% de pendiente colinada. En la zona alta y media se encuentran 27,75% de pendiente escarpada y 39,29% de pendiente montañosa, esto corresponde a 19,27 km² de zonas con fuertes pendientes.

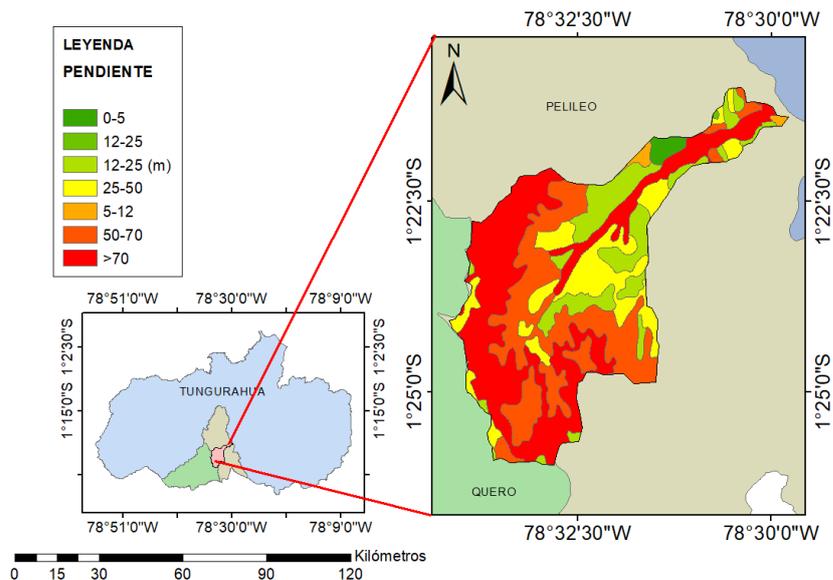


Figura 9: Pendiente en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014

Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.8. Geología

La formación geológica de la MQG según datos del SNI y el instituto Geográfico Militar en el 2014, se originó entre los períodos cuaternario, mesozoico y terciario; de esta manera se determina que la mayor parte de la microcuenca se originó en el periodo cuaternario. Varela (1990) alude. “El periodo cuaternario, corresponde a la era cenozoica, la cual empezó aproximadamente hace 2,6

millones de años y se ha mantenido hasta hoy. El periodo cuaternario está dividido en dos épocas, la pleistoceno mejor conocida como la era de glaciaciones, y el holoceno como la época del ser humano que a su vez es la actualidad”.

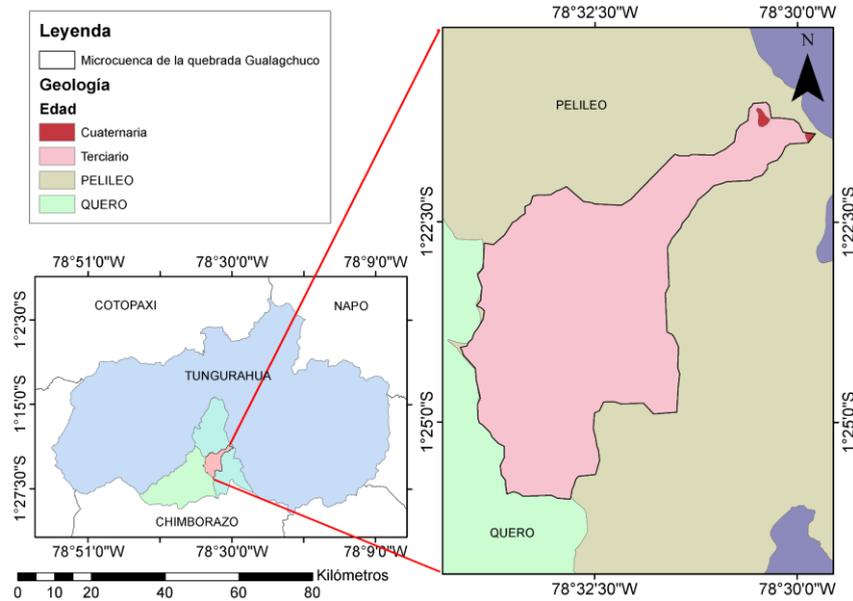


Figura 10: Geología del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014

Elaborado: Reyes y Zambrano

La litología de la microcuenca es uniforme, pues se compone por el 98,3% de andesita que es una roca volcánica, se origina a partir del enfriamiento rápido del magma al llegar a superficie. El 0,25% de depósito aluvial que es una masa de sedimentos descompuestos que ha sido arrastrados por un flujo o aluvión y el 0.10% de depósito aluvial viejo.

11.1.9. Suelo

Los datos recopilados en el SNI en el 2014 determinan que la MQG consta de 3 tipos de suelo según su taxonomía, entre ellos se halla el 86,51% de suelos corresponde a mollisol el cual constituyen la mayor parte del área de suelos de la microcuenca, que se encuentran en zonas de pastizales con climas templados o húmedos y que indudablemente sobrellevan un gran potencial de producción. El 1,11% corresponde a los suelos entisoles, cuya formación se deriva de materiales aluviónicos siendo suelos minerales con muy poca materia orgánica, el 5,66% corresponde a los suelos denominados tierras misceláneas, los cuales son áreas que tienen poco o casi nada de suelos naturales o son inaccesibles para un estudio por lo que no es posible clasificar el suelo. Por consiguiente, el 6,67 % de suelos no se ha logrado definir. Según Pereira (2011) menciona “El análisis del tipo de suelo tiene gran importancia debido a la influencia directa en el balance hídrico de la

cuenca, además el estudio taxonómico de los suelos es fundamental debido a que es aplicable a suelos agrícolas”.

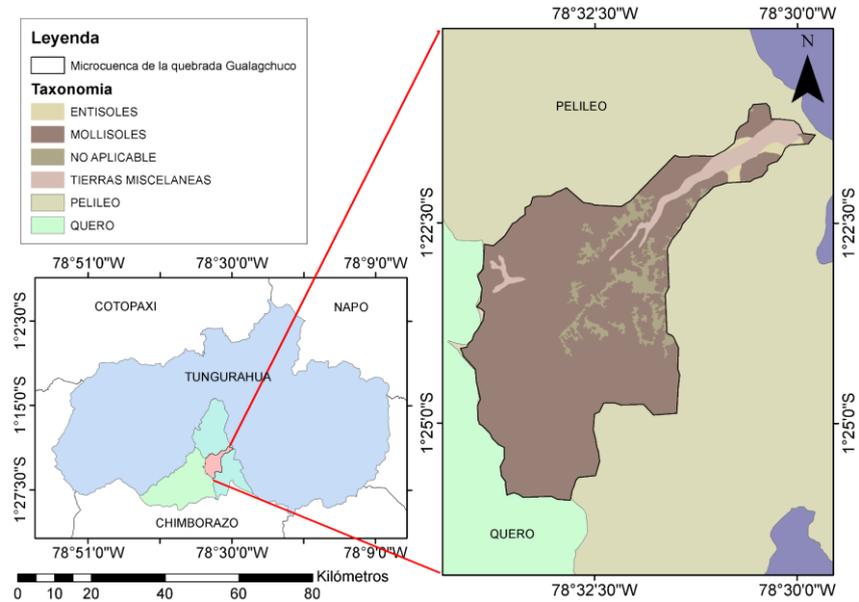


Figura 11: Taxonomía del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014
Elaborado: Reyes y Zambrano

De acuerdo a la textura del suelo de la MQG, se determina que está compuesta por varios tipos de suelos, entre los cuales se destaca el 48,77% corresponde al suelo de textura franco, 21,20% suelo arenoso, seguido por 14,81% de suelo franco arenoso, 9,25% de suelo arenoso franco y 6,01% de suelos franco arcillo arenoso.

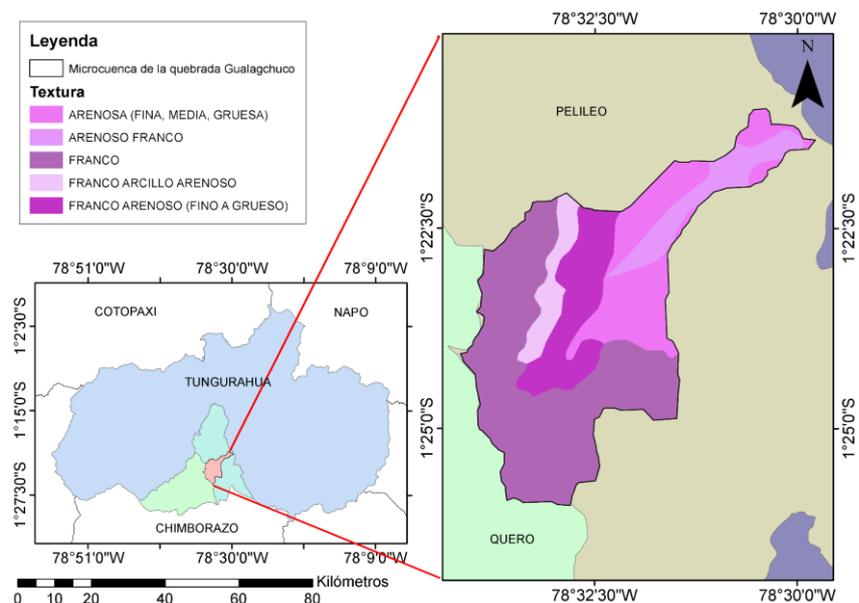


Figura 12: Textura del suelo de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.10. Erosión

Los datos recopilados en el SNI en el 2014 determinan que la MQG se encuentra afectada por diversos grados de erosión, de los cuales el 51,49% se encuentran severamente erosionados, correspondiente a la superficie afectada por las actividades humanas y los procesos naturales en el área estudiada, luego muy erosionada el 28,51%. Estos números son preocupantes ya que se espera que el porcentaje aumente en el futuro si no se toman medidas inmediatas sobre los procesos que conducen a este nivel de erosión.

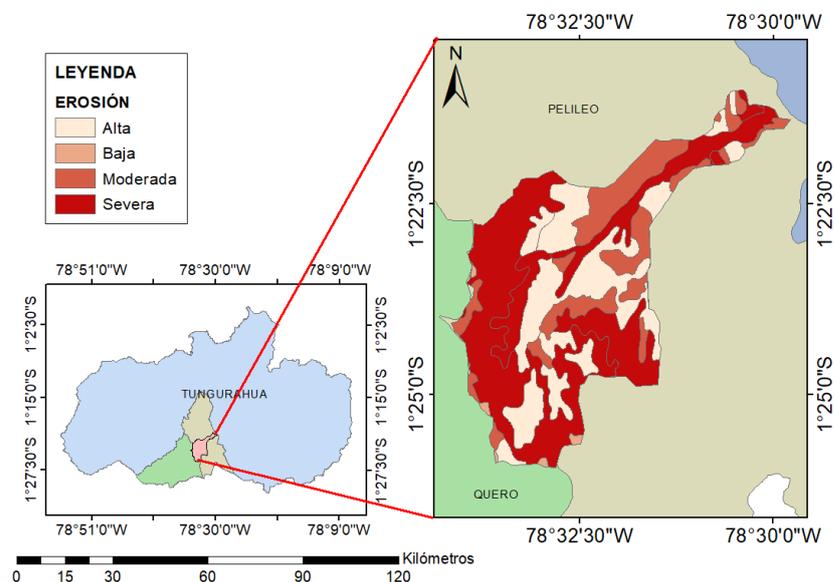


Figura 13: Erosión en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.11. Uso de suelo.

Los datos recopilados por el SNI y MAATE en el periodo 2014 a 2018, determinan que en la MQG el 84,1% de su suelo es usado en tierras agropecuarias la cual representa gran porcentaje de la microcuenca, seguida de 4,32% de vegetación arbustiva. La causa principal de la erosión del suelo es el crecimiento de la frontera agrícola, causando la disminución de la cobertura vegetal, ya que se han deforestado bosques naturales, para ser reemplazados por diferentes cultivos.

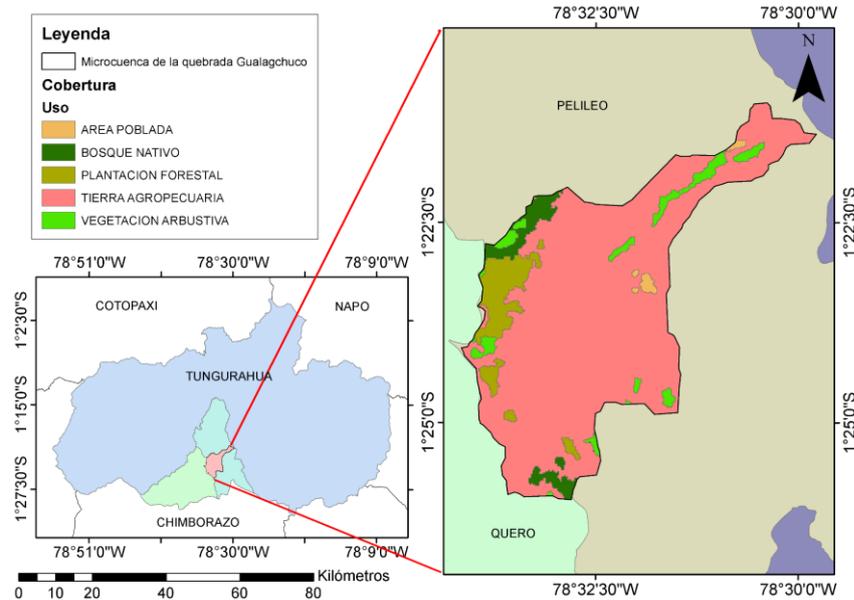


Figura 14: Uso del suelo en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Ministerio de ambiente, agua y transición ecológica, 2018

Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.12. Capacidad de uso del suelo

Jaramillo (2009) mencionan. “La capacidad de uso de los suelos es una clasificación técnica interpretativa basada en los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo, tiene por objeto agrupar a los suelos existentes en clases de capacidad de uso, para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos propios de una zona, además de indicar las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos”.

Basándonos en la taxonomía del suelo de la MQG, se pudo conocer que está constituida en su mayor parte por suelos mollisol que corresponde al 86,51% del área, por ello se deduce que son aptos para la agricultura debido a su alta tasa de fertilidad. Es necesario mencionar que el uso de suelo es el resultado de la interacción de los seres humanos con la tierra, abarcando la gestión y la modificación del terreno natural a un terreno artificial, para determinados usos como agrícola y ganadero, además, que muchos de estos recursos son para el uso de industrias, recreativo y asentamientos humanos.

11.1.13. Conflicto de uso de suelo

Los conflictos de uso de suelo comunes se determinan confrontando la capacidad de uso del mismo con el uso actual y cuando éste no está de acuerdo a la potencialidad del mismo, se presentan desajustes como la sobre utilización (explotando el suelo arriba de sus capacidades) o sub-utilización

(explotación bajo sus capacidades) del suelo o también puede presentarse casos donde el uso corresponde a su potencialidad y entonces el uso es el adecuado (Calvano, 2014).

Los datos recopilados por el SNI y MAATE en el periodo 2014 a 2018 determina que la MQG se encuentra con el 62,6% de sus suelos sobre utilizados, explotando dichas zonas arriba de sus capacidades, el 26,92% los suelos están siendo bien utilizados y un 9,92% se encuentran los suelos subutilizados explotando bajo sus capacidades. El crecimiento de actividades agropecuarias del sector ha causado una sobre utilización de suelos provocando una erosión severa como se visualiza en la figura 13.

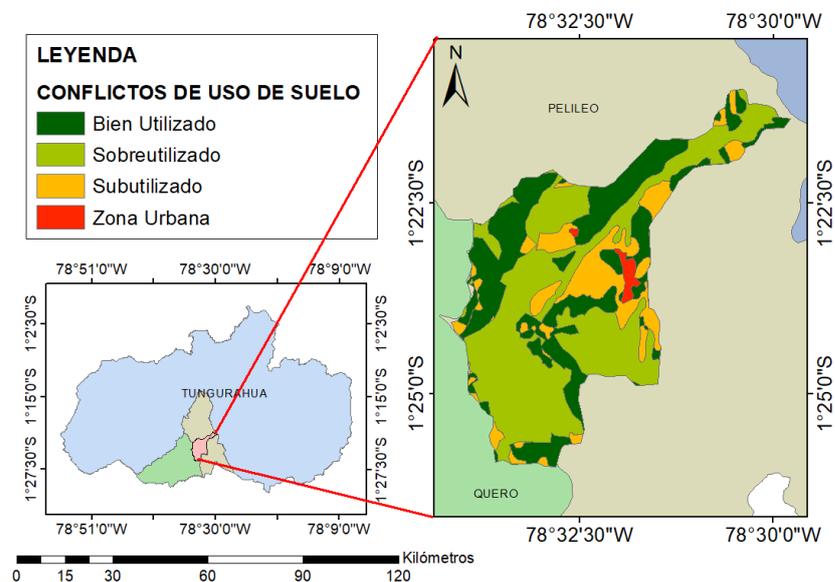


Figura 15: Conflicto de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2018

Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.14. Vulnerabilidad física

El crecimiento poblacional ha generado un avance de la frontera agrícola por procesos de expansión urbana, agrícola e industrial. En la MQG la vulnerabilidad ha demostrado un 0,73% de la microcuenca es usado como zona urbana, un 84,21% en el campo agropecuario y tan solo el 8,23% contiene zonas en las que se desarrolla la cobertura vegetal, todos estos factores antes descritos han aumentado el grado de vulnerabilidad.

11.1.15. Principales amenazas naturales

Los datos recopilados por el SNGRE en el 2019, en la MQG se presentan amenazas naturales importantes de analizar, es importante considerar que tiene un peligro volcánico alto de 17,49% con

un área de 5,03 km² afectados, sin embargo, existe un peligro volcánico mínimo de 81,6% con un área de 23,47 km². La MQG tiene áreas con diferentes sensibilidades al fuego forestal, determinando que hay una probabilidad "muy alta" de sufrir incendios, cubriendo un área de 13,67 km². En el área de Media-alta, hay una probabilidad de sufrir "media", con un área de 14.29 km².

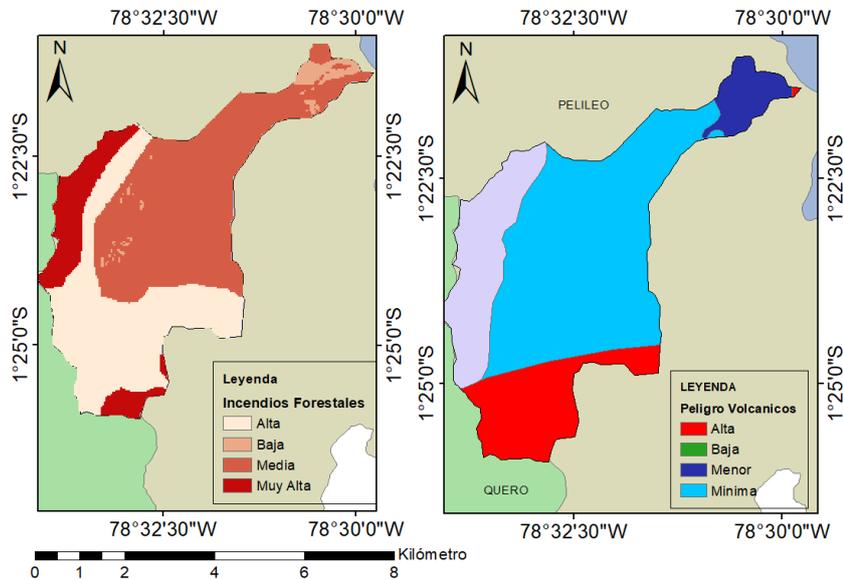


Figura 16: Principales amenazas en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia, 2019

Elaborado: Reyes y Zambrano

El análisis de amenazas por movimientos en masa de la microcuenca localiza zonas con diferentes niveles de susceptibilidad. Con un 37,85 % corresponde a una susceptibilidad "alta" y "muy alta", con un 17,57 % corresponde a "media", La erosión del suelo se encuentra de manera severa de 51,49% con un área de 14,81 km².

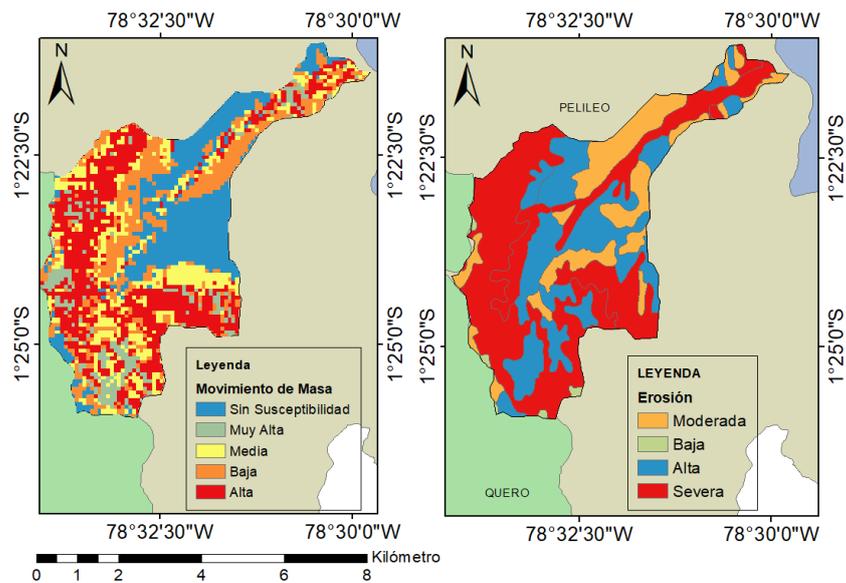


Figura 17: Principales amenazas en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
Fuente: Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia, 2019
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.1.16. Biodiversidad

El PDOT del 2019 determina que la microcuenca tiene diversidad de bosques, que incluyen: bosque húmedo montano bajo, bosque seco montano bajo, bosque húmedo subalpino, bosque húmedo montano, bosque seco premontano y estepa de púas montano bajo. Esto ha permitido una gran cantidad de plantas endémicas que se desarrollan, así como una excelente diversidad y diversidad física. Hay una variedad de combinaciones de plantas adecuadas para las fluctuaciones ambientales y, por lo tanto, pueden proporcionar una variedad de nichos ecológicos que pueden ser utilizados por una amplia variedad de especies animales (Mena, 2004).

En cuanto a vegetación se encuentra una extensa variedad de flora, de las que podemos mencionar, La Chuquiragua, Almohadilla, Achupalla, Pega Pega, Aliso, Bromelias, Arrayán, Pumamaqui, Frailejones, Mortiños, Motilón, Orquídeas, Árbol De Papel, Chocho y el Romero, proporcionando un servicio cultural como es la belleza escénica.

11.1.17. Zonas de vida

El PDOT y el SNI en el 2014 y 2019 determina que la microcuenca tiene 4 zonas vida, dos de ellas son no transicionales: bosque húmedo montano bajo y bosque muy húmedo montano y dos transicionales: bosque húmedo montano – bosque muy húmedo y bosque húmedo montano bajo – bosque muy húmedo montano.

Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) con altitud de los 200 a los 2.900 msnm; representa el 10,41% de la microcuenca. Bosque húmedo montano bh-M representa el 5,95% de la microcuenca, se hallan en los valles interandinos entre los 2.000 y 5.000 msnm presenta una topografía que va de plana a ondulada por la humedad existente, esta formación ha sido muy utilizada para pastizales y cultivos agrícolas. Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) representa 10,41% de la microcuenca con altitud de los 200 a los 2.900 msnm. Bosque muy húmedo montano, bmh-M, representa el 44,71% de la microcuenca, presenta precipitaciones sobre los 1.400 mm con temperaturas menores a 5 grados centígrados, estas áreas están cubiertas por asociaciones vegetales formadas por especies arbóreas y arbustivas.

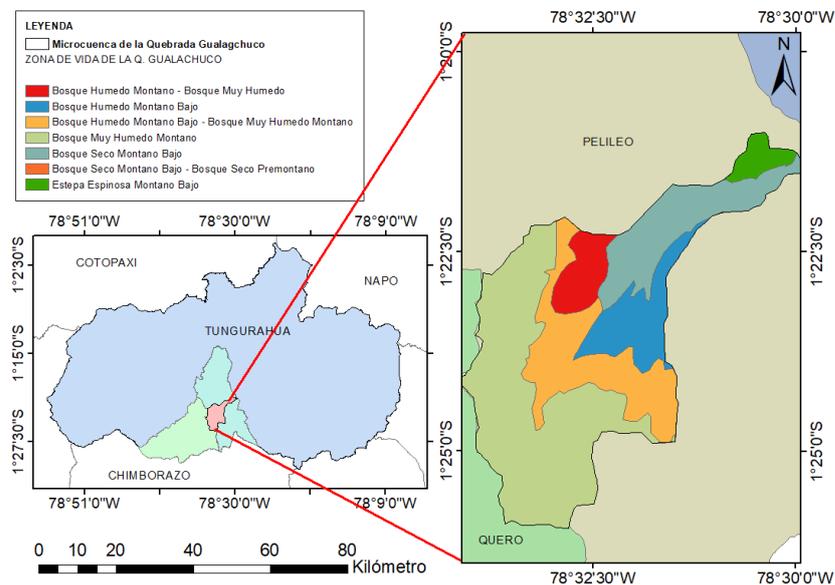


Figura 18: Zonas de vida en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014

Elaborado: Reyes y Zambrano

11.2. Característica socioeconómica

11.2.1. Demografía

La MQG se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Pelileo, según INEC (2010) su población es de 56.573 habitantes, distribuido en 27.327 hombres y 29.246 mujeres, con una proyección de 62.797 habitantes al año 2015. De acuerdo con el PDOT (2019) la población registrada en el censo del año 2010, con relación a los 48.988 habitantes registrados en el censo del 2001, se determina una tasa de crecimiento de 1,30% anual. El censo 2001 señala que la población asentada en el área urbana era de 9.051, corresponde el 18,48%, y la población rural de 39.937, representando el 81,52%. Según el censo de 2010, la mayoría de la población pertenece a la zona

rural con 46.470 habitantes, las restantes 10.103 personas continúan en la zona urbana. Esto determina que la mayor parte de la población de Pelileo corresponde a la zona de campo.

11.2.2. Migración

Los datos recopilados por el INEC 2010 y el PDOT 2019, en la MQG, los principales motivos de migración se localizan en las zonas rurales, donde no se presta suficiente atención a la educación, salud y las carreteras. Sin embargo, la mayor repercusión es la falta de oportunidades y fuentes de trabajo, induciendo que sus pobladores migran a ciudades como Ambato y fuera de la provincia, donde desarrollan sus actividades económicas como el comercial.

11.2.3. Salud y seguridad social

Los datos recopilados por el PDOT 2019 y MSP en la MQG se ubican tres (3) centros de salud rural de primer nivel. Sin embargo, la demanda de atención pública ha generado que en el cantón Pelileo existan centros de salud privados que ayudan a abastecer los requerimientos de la población.

11.2.4. Educación

Según los datos proporcionados por el MINEDUC en el cantón Pelileo existen 46 instituciones educativas, 5 de ellas son instituciones privadas, en la MQG existen 9 instituciones que integran los distintos niveles educativos. En el cantón se registra a nivel urbano una tasa de analfabetismo del 3,36% y a nivel rural es del 9,8%. El cantón Pelileo tiene una tasa de asistencia a la educación básica del 91,88%, que es una de las más altas a nivel de la provincia de Tungurahua, sin embargo, la tasa neta de asistencia al bachillerato es del 53,82%, que es la más baja a nivel de la provincia, lo que da a notar un índice alto de abandono a nivel de educación media, se puede explicar debido a que muchos jóvenes asisten a instituciones en Ambato.

11.2.5. Vivienda

En los distritos que conforman la MQG se estima que hay 19.949 viviendas, alrededor del 74,1% de hogares son casas o villas, seguidas por mediaguas, departamentos, cuartos, etc. Según el censo (2010) en el año 2001 el cantón Pelileo se refería con 7.682 viviendas con sistema de agua, sin embargo, en 2010 aumentó el número de viviendas a 9.302 con sistema de agua. En 10 años, el estado ha visto un incremento de 1.620 viviendas atendidas por la red de abastecimiento de agua.

11.2.6. Infraestructura vial y de transporte

Los datos recopilados por el SNI en el 2014 la MQG, tiene una red vial muy amplia, debido a que está integrada por dos (2) cantones de la zona interandina del país, posee una red vial que se clasifica de tres maneras, 51,57 km² de ruta local, 1,63 km² de ruta primaria, 30,73 km² de ruta secundaria. Todos los Gobiernos autónomos descentralizados poseen planes de mejoramiento vial y repotenciación de las vías ya establecidas, siendo una expansión vial constante lo cual puede diferir la longitud vial antes mencionada.

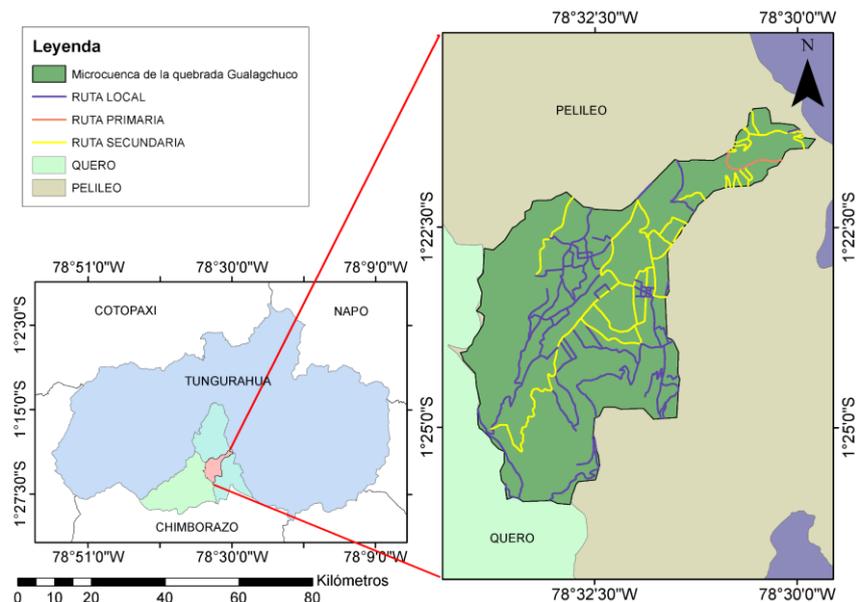


Figura 19: Red vial en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2014

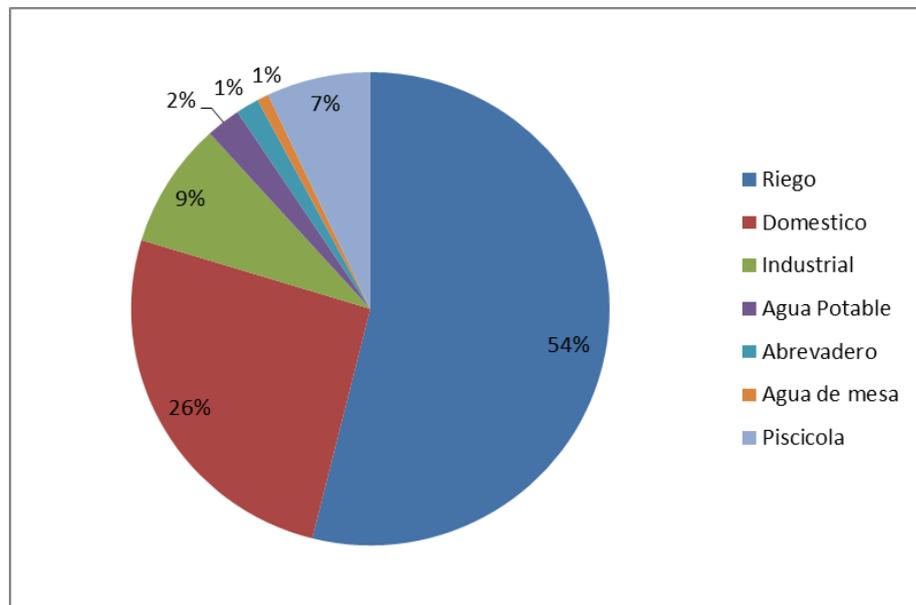
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.2.7. Uso del agua de la quebrada Gualagchuco

En la MQG, según el PDOT del 2019, el recurso hídrico interactúa directamente con los habitantes y con los recursos naturales. Los moradores emplean el agua de la quebrada, de ahí la importancia de entender el concepto e identificar los límites de la cuenca, para promover la protección y gestión integrada del agua. En la quebrada Gualagchuco 128 usuarios satisfacen sus necesidades usando el recurso hídrico, entre los más destacados tenemos, el uso de riego con 54%, para uso doméstico un total del 26% y para uso industrial el 9%.

Gráfico 2

Uso del agua de la quebrada Gualagchuco



Fuente: MAATE, 2021

Elaborado por: Reyes y Zambrano

11.2.8. Servicios industriales

El cantón tiene un movimiento importante de personas y productos, con múltiples posibilidades del desarrollo productivo y comercial, ya que se encuentra cerca de la ciudad de Ambato representando su principal mercado externo de los productos agropecuarios. La economía de la MQG radica en la agricultura, seguido de las industrias manufactureras, y comercio al por mayor y menor. Sin embargo, la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca han mantenido una tasa de crecimiento constante (Jerez, 2014). Su economía es sostenible porque su población está organizada y es capaz de implementar y adaptar nuevas técnicas para mejorar su eficiencia. Se reactivó la agricultura a través de la gestión técnica, convirtiendo al pueblo en el principal sustento de la provincia, con productos de buena calidad y precios bajos. Cuenta con una industria textil y artesanal que ha penetrado exitosamente en el mercado nacional e internacional.

11.2.9. Aspectos recreativos

Pelileo presenta una gran demanda de artesanías y telas a nivel local e internacional, el turismo como fuente de empleo se beneficia de amplias zonas del cantón, brindando servicios de alta calidad, inventario de recursos turísticos, como el centro recreativo La Moya, la elaboración de finos muebles de madera en la parroquia de Huambaló, las artesanías y textiles de alta calidad en la

parroquia Salasaca, deportes extremos y una vista extensa de la provincia de Tungurahua en cerro Nitón.

11.2.10. Actividades productivas industriales

- **Actividad industrial**

Tungurahua es la tercera provincia más grande del país en producción textil, la misma ocupa el tercer lugar en términos de generación de empleo, el quinto en impuestos y el octavo en consumo de materias primas (CIT, 2016). Los productos textiles del cantón Pelileo son reconocidos por su buena calidad y precios económicos.

- **Actividades agrícolas**

En el cantón Pelileo el tomate de árbol y el maíz suave choclo son los productos con mayor demanda, seguido de productos como la papa y la cebolla blanca, la estimación de superficie de cultivos agrícolas denota el uso del suelo principalmente empleadas para el tomate de árbol.

- **Actividades pecuarias**

En el cantón Pelileo los animales menores con mayor cantidad de especies corresponden al sector avícola, seguido de la crianza de cuyes y conejos, por otra parte, el ganado vacuno es la industria con mayor número de especies en la ganadería mayor.

11.2.11. Institucionalidad

La MQG cuenta con una organización que va en diferentes niveles y están conformadas por varias instituciones, partiendo por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) provinciales, seguido por los Gobiernos Autónomos Descentralizados de cada cantón, juntas parroquiales, adicionalmente las diferentes unidades policiales e instituciones de salud.

Los GADs Provinciales impulsan el desarrollo en las dimensiones económicas, productivas y ambientales en la provincia, en cambio los GADs cantonales impulsan el desarrollo social de los cantones dotando de infraestructura, servicios básicos y sociales. Además, las juntas parroquiales realizan proyectos de mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, así permitiendo el desarrollo económico de la MQG tanto en el sector agrícola como en las diferentes industrias que la integran (Guzmán & Gonzáles, 2015).

11.2.12. Proyectos y programas

La MQG posee proyectos que ayudan a su avance socioeconómico, por lo cual se han desarrollado varios proyectos y programas a nivel cantonal. Cabe dar la observación que se tomó información del PDOT. En el componente biofísico existe el proyecto de capacitación a la población del cantón para la descontaminación ambiental, con una meta de capacitar a la mayor cantidad de personas en temas ambientales. Los proyectos generados en el componente sociocultural consideran la capacitación a jóvenes a través de los centros de educación en temas de seguridad ciudadana y desastres naturales.

11.3. Caracterización ambiental

11.3.1. Índice verde urbano

Según datos de la OMS, nueve (9) de cada diez (10) personas respiran aire con altos niveles de contaminantes. El índice verde urbano contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, contribuyendo como un servicio ecosistémico. Mediante INEC (2012) la información ambiental económica en los GADs municipales, el cantón Pelileo tiene un índice verde urbano de 10,91 m²/hab, mientras el rango sugerido por la OMS es de 9,00 m²/hab.

11.3.2. GAD municipales

Los GADs municipales de la provincia de Tungurahua mediante el registro de gestión de agua potable y alcantarillado del 2019, menciona que forman parte del 26,3% que no cuentan con PTAR, sin embargo, el 46,9% descargan en los ríos el agua residual tratada y el 31,5% lo disponen en las quebradas (INEC, 2020).

11.3.3. GAD provincial

En 2019, 19 de los 24 GADs Provinciales se han acreditado como Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAr). Mediante la resolución No. 389 del Ministerio del Ambiente, publicada en el registro oficial No. 364 de 04 de septiembre de 2015, el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, fue acreditado como AAAr. En 2019 Tungurahua emitió 622 permisos ambientales entre certificado y registro ambiental, se han atendido denuncias ambientales vinculadas a proyectos, obras y/o actividades de impacto y riesgo ambiental no significativo, y vinculadas a actividades de bajo impacto y riesgo ambiental (INEC, 2020).

11.4. Análisis de los resultados de muestreo de agua de las Plantas de tratamiento de agua residual de la quebrada Gualagchuco.

Los presidentes de las Juntas de Agua potable y saneamiento de las parroquias Quitocucho y Huambalo otorgaron los análisis físico- químicos y microbiológicos realizados en los años 2020 y 2021 en las PTAR Quitocucho, Huambalo y la Florida que se ubican en la quebrada Gualagchuco.

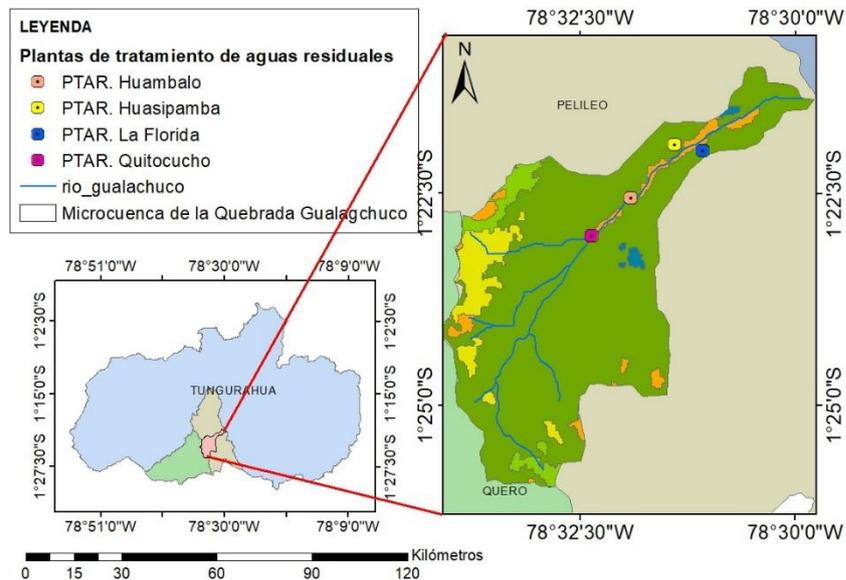


Figura 20: Plantas de Tratamiento de agua residual.
Elaborado: Reyes y Zambrano

11.4.1. Criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.

Los análisis otorgados consideran los LMP para criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce corresponden a aceites y grasas, cloruros, fluoruros, fósforo total, potencial de hidrógeno, sólidos totales, sulfatos e hidrocarburos totales de petróleo, señalados en la tabla 10. Sin embargo, existen parámetros que exceden los LMP en cada PTAR:

Tabla 10

Análisis de agua de plantas de tratamiento de agua residuales de la quebrada Gualagchuco considerando criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.

Parámetros	Unidad	Resultados				LMP Tabla 9 cuerpo de agua dulce	
		Quitocucho	Huambalo	La Florida			
		2021	2020	2020			
Aceites y Grasas	Mg/l	6	2,95	6,05	30		
Caudal de descarga	l/s	0,91	1,43	1,02	-		
Cloruros	Mg/l	14,39	40,2	112,29	1000		
Color Real	Pt-co	20	16,84	14,57	Inapreciable en dilución 1/20		
DBO5	Mg/l	50,57	101,82	219,12	100	No cumple	
DQO	Mg/l	81	162	393	200	No cumple	
Tensoactivos	Mg/l	0,1	3,631	3,792	0,5	No cumple	
TPH	Mg/l	<0,15	1,44	0,94	20		
Materia Flotante	Visual	ausencia	ausencia	Ausencia	Ausencia		
Nitrógeno Total	Mg/l	13,01	38,13	90,5	50	No cumple	
Nitrógeno Amoniacal	Mg/l	9,99	37,3	76,8	30	No cumple	
pH	Up/h	7,29	7,41	7,57	6-sep		
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	62	98	424	130	No cumple	
Sólidos Totales	Mg/l	384	337	606	1600		
Sulfatos	Mg/l	27	25	118	1000		
Fluoruros	Mg/l	<0,20	0,29	0,31	5		
Fósforo Total	Mg/l	0,2	3,52	7,9	10		
Coliformes fecales	Nmp/100	9200	16000	160000	2000	No cumple	

ml

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015.

Elaborado por: Reyes y Zambrano

Planta de tratamiento de agua residual Quitocucho

- **Coliformes fecales**

“Está asociado a los desechos domésticos e industriales que ingresan a los cuerpos de agua, la carga contaminante está representada por una alta proporción de materia orgánica y microorganismos derivados de las heces” (Fernandez, 2003).

Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua potable y alcantarillado de Quitocucho verificó que el parámetro de coliformes fecales excede los LMP de 2000 mg/l según la normativa, en los resultados se obtuvo 9200 mg/l. El aumento de este parámetro está relacionado con el incremento de la población por los procesos de urbanización, considerando que la PTAR recoge las aguas residuales domésticas del caserío Quitocucho.

Planta de tratamiento de agua residual Huambalo

- **Demanda bioquímica de oxígeno**

La DBO está presente al igual que los microorganismos que proliferan en las aguas residuales como se menciona en el apartado de criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló se verificó que exceden el LMP de 100 mg/l según la normativa, en los resultados se obtuvo 101,82 mg/l.

- **Tensoactivos**

Morillo (2018) menciona que “los tensoactivos son compuestos capaces de alterar significativamente la tensión superficial o interfacial de un sistema; interferir con el intercambio de gases en los cuerpos de agua y alterar el sistema hormonal de los organismos acuáticos”. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló se verificó que exceden el LMP 0,5 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 3,631 mg/l.

La gran variedad de productos que contienen tensoactivos en sus formulaciones, incluyendo medicamentos, detergentes, pesticidas, cosméticos y artículos de aseo personal, entre muchos otros, hace que estos contaminantes lleguen fácilmente a los efluentes domésticos (Naranjo, 2018).

- **Nitrógeno amoniacal**

En condiciones normales la fuente de nitrógeno amoniacal en aguas superficiales proviene de la degradación natural de la materia orgánica. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló se verificó que exceden el LMP 30,0 mg/l según normativa, en los resultados se obtiene 37,3 mg/l.

Las descargas de aguas residuales y domésticas aumentan las concentraciones de nitrógeno amoniacal en las aguas superficiales y subterráneas, afectando su calidad, es uno de los componentes transitorios del agua, ya que forma parte del ciclo del nitrógeno y está influenciado por la actividad biológica (González, 2016).

- **Coliformes fecales**

Los coliformes fecales son indicadores de contaminación del agua, están relacionados con los vertidos de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua, como se menciona en el apartado de la PTAR Quitocucho. Mediante el análisis del monitoreo de agua ejecutado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP 2000,0 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 16000,0 mg/l.

Estos microorganismos causan enfermedades transmitidas por el agua, las cuales generan altas tasas de morbilidad y mortalidad en la población (Fernández, 2017).

Planta de tratamiento de agua residual la Florida

- **Demanda bioquímica de oxígeno**

La DBO es el parámetro que incide en dos PTAR, mediante el apartado de criterios de calidad para aguas destinadas al uso humano y uso doméstico. El análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP de 100 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 219,12 mg/l.

- **Demanda química de oxígeno**

La DQO mediante el apartado de criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, es una representación de contaminación, El análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló se verificó que exceden el LMP de 200 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 393 mg/l.

- **Tensoactivos**

Los tensoactivos como se mencionó en la PTAR Huambalo, son contaminantes que al tener una gran variedad de productos como detergentes, pesticidas, etc., son fáciles de encontrar en aguas residuales domésticas. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP de 0,5 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 3,792 mg/l.

- **Nitrógeno Total**

Cárdenas (2013) menciona “la presencia de compuestos nitrogenados en las aguas residuales compromete la calidad del líquido en la zona”, el nitrógeno termina en el ambiente a través de procesos agrícolas causando problemas en el sistema acuático como el desarrollo de eutrofización. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP de 50,0 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 90,50 mg/l.

- **Nitrógeno Amoniacal**

El Nitrógeno amoniacal como se mencionó en la PTAR Huambalo, implica una alteración nociva, provocando un ambiente anóxico, desencadenando reacciones químicas y microbianas. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP de 30,0 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 76,00 mg/l.

- **Sólidos suspendidos totales**

Los sólidos suspendidos totales “Se considera un contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos” (Casillas, 2014). Mediante el análisis del monitoreo de agua elaborado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP de 130 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 424 mg/l.

- **Coliformes fecales**

Los coliformes fecales son causantes de enfermedades de origen hídrico, como se menciona en el apartado de la PTAR Quitocucho. Mediante el análisis del monitoreo de agua realizado por la junta de agua y saneamiento de Huambaló, se verificó que exceden el LMP de 2000,0 mg/l según la normativa, los resultados se obtienen 160000,0 mg/l.

11.5. Análisis de los resultados del muestreo

Los resultados obtenidos mediante el análisis físico-químico y microbiológico del efluente de la quebrada Gualagchuco, determinó parámetros que exceden los LMP según los criterios comparados en la normativa ambiental el Acuerdo Ministerial 097-A anexo 1.

11.5.1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico.

Parámetros que cumplen los LMP considerados en el criterio para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico corresponden a cromo hexavalente, nitratos, potencial de hidrógeno, plomo, turbidez y coliformes fecales, señalados en la tabla 11. Sin embargo, existen parámetros que exceden los LMP:

Tabla 11

Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico.

PARÁMETRO	UNIDADES	Evaluación 1 28-sep-2021 (época seca)	Evaluación 2 7-dic-2021 (época lluviosa)	LMP	
Cromo Hexavalente	mg/l	<0,041	<0,041	0,05	
DQO	mg/l	<20	159	<4	No cumple
DBO5	mg/l	<13	63,39	<2	No cumple
Hierro	mg/l	2,73	0,17	1	
Nitratos	mg/l	8,92	4,97	50	
pH	UpH	8,37	7,65	6-9	
Plomo	mg/l	<0,001	<0,001	0,01	
Turbiedad	NTU	7,18	46,1	100	
Coliforme Fecales	NMP/100ml	4,5	49	1000	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015.

Elaborado por: Reyes y Zambrano

- **Demanda Químico de Oxígeno**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una representación del mal estado del recurso hídrico, mientras más altos son los niveles de este parámetro existe más contaminación, la DQO es utilizada para medir la cantidad de materia orgánica a oxidar, en las aguas residuales domésticas e industriales encontraremos altos niveles de DQO. Se verificó que exceden el LMP de <4 mg/l según la normativa, mediante la muestra se obtiene una variación extrema siendo el pico más alto 159 mg/l en el segundo muestreo. Vega (2018) menciona “Dicha contaminación se debe a la acumulación de pesticidas y colorantes” reafirmando lo antes mencionado por Vega, el 84% del suelo utilizado en la MQG es de uso agropecuaria (Figura 13), los insumos utilizados para la producción agrícola son vertidos a la quebrada provocando dicha contaminación.

Pelileo es un cantón caracterizado por la industria textil, las lavandería y tintorería de jeans utilizan grandes cantidades de agua y colorantes en sus procesos, dicha agua es descargada al alcantarillado. Mediante los criterios generales para la descarga de efluente al sistema de alcantarillado público, este no evalúan el parámetro “Color Real” es por ende que no existe un control del mismo.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos a medida que proliferan en las aguas residuales y se alimentan de su materia orgánica. Se verificó que exceden el LMP de <2 mg/l según la normativa, mediante la muestra se obtiene una variación siendo el pico más alto 63,39 mg/l en el segundo muestreo, representa de esta manera un crecimiento de microorganismo creando un foco de infección.

- **Hierro**

El Hierro (Fe) suele ser frecuente en aguas subterráneas más que aguas superficiales, mediante la muestra se verificó que exceden el LMP de 1,0 mg/l según la normativa, obteniendo una medida de 2,73 mg/l en el primer muestreo, siendo este la frecuencia que excede el LMP.

De acuerdo con Valencia (2011) “La presencia de hierro puede estar asociado a la disolución de rocas generalmente en aguas superficiales, se encuentran en niveles bajos ya que en estas aguas el ion hierro es insoluble”. Reafirmando lo antes mencionado por Valencia, la litología de la MQG es uniforme, se compone por el 98% de andesita la cual tiene una composición mineral entre granito y basalto, el basalto es una roca volcánica de color oscuro compuesta por óxidos de hierro entre otras.

11.5.2. Criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego

Parámetros que cumplen los LMP considerados en el criterio de calidad de agua de uso agrícola o de riego, corresponden a cromo hexavalente, hierro, potencial de hidrógeno, plomo y coliformes fecales señalados en la tabla 12. Sin embargo, existen parámetros que exceden los LMP:

Tabla 12

Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego.

PARÁMETRO	UNIDADES	Evaluación 1 28-9-2021 (época seca)	Evaluación 2 7-12-2021 (época lluviosa)	LMP	
Cromo Hexavalente	mg/l	<0,041	<0,041	0,1	
Hierro	mg/l	2,73	0,17	5	
Manganeso	mg/l	0,349	0,058	0,2	No cumple
Nitratos	mg/l	8,92	4,97	5	No cumple
Oxígeno Disuelto	mg/l	6,49	2,85	3.0	No cumple
pH	UpH	8,37	7,65	6-9	
Plomo	mg/l	<0,001	<0,001	5	
Coliforme Fecales	NMP/100m l	4,5	49	1000	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015.

Elaborado por: Reyes y Zambrano

- **Manganeso**

El manganeso (Mn) al igual que el hierro (Fe) se encuentra en aguas subterráneas, mediante la muestra se verificó que exceden el LMP de 0,2 mg/l según la normativa, obteniendo un valor de 0,349 mg/l. Se vincula a la producción agrícola, según Casierra - Posada (2005) “Un alto contenido de manganeso produce intoxicación de la planta, provocando un amarillento en sus hojas esto conlleva que se sequen y finalmente mueran”. Ratificando lo mencionado por Casierra, en la MQG el 84,1% de su suelo es usado para tierras agropecuarias.

- **Nitratos**

“El nitrato es un compuesto que llega a los ríos a través de la escorrentía, precipitaciones, aguas residuales de industrias alimentarias, domésticas y agrícolas” Espín (2015). Los resultados

obtenidos verificaron que tiene un grado de restricción ligero o moderado, con un valor 8,9 mg/l en el primer muestreo, indicando el rango de factibilidad para el uso de agua en riego.

- **Oxígeno Disuelto**

El Oxígeno Disuelto (OD) está vinculado con la contaminación orgánica. Casilla (2014) menciona “Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad, posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce”. La microcuenca tiene un alto grado de pendiente (figura 8) lo que concuerda con Casillas (2014), este parámetro excede los LMP de 3,0 mg/l según la normativa, se obtuvo un resultado de 6,49 mg/l en el primer muestreo.

11.5.3. Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces

Parámetros que cumplen los LMP considerados en los criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas corresponden a cromo hexavalente, nitratos, potencial de hidrógeno y plomo señalados en la tabla 13. Sin embargo, existen parámetros que exceden los LMP:

Tabla 13

Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces.

PARÁMETRO	UNIDADES	Evaluación 1 28-9-2021 (época seca)	Evaluación 2 7- 12-2021 (época lluviosa)	LMP	
Cromo Hexavalente	mg/l	<0,041	<0,041	0,032	
DQO	mg/l	<20	159	40	No cumple
DBO5	mg/l	<13	63,39	20	No cumple
Hierro	mg/l	2,73	0,17	0,3	No cumple
Manganeso	mg/l	0,349	0,058	0,1	No cumple
Nitratos	mg/l	8,92	4,97	13	
pH	UpH	8,37	7,65	6,5-9	
Plomo	mg/l	<0,001	<0,001	0,001	

Fuente: Análisis de agua y el Acuerdo Ministerial 097-A, 2015.

Elaborado por: Reyes y Zambrano

- **Demanda Química de Oxígeno**

La DQO como fue explicado en el apartado de criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, es una representación del mal estado del recurso hídrico, mientras más altos son los niveles de este parámetro existe más contaminación. Mediante la muestra se verificó que exceden el LMP de 40 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 159 mg/l en el segundo muestreo.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La DBO como fue explicado en el apartado de criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico está presente al igual que los microorganismos que proliferan en las aguas residuales debido a que el DBO es la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos. Mediante la muestra se verificó que exceden el LMP de 20 mg/l según la normativa, en los resultados se obtiene 63,39 mg/l en el segundo muestreo.

- **Hierro y Manganeseo**

Como fue explicado en el apartado de criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico y criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego, el Fe y Mn se trata de dos metales que se encuentran asociados por la disolución de rocas y minerales y la producción agrícola, mediante la muestra se verificó que exceden el LMP de 0,3 mg/l en hierro y 0,1 mg/l en manganeso según la normativa, en los resultados se obtiene 2,73 mg/l en hierro y 0,349mg/l en manganeso en el primer muestreo.

11.5.4. Criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce

Mediante los resultados obtenidos en el muestreo se determina que los parámetros analizados cumplen con los LMP comparados con los criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce, señalados en la tabla 14.

Tabla 14

Criterios generales para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce

PARÁMETRO	UNIDADES	Evaluación 1 28-9-2021 (época seca)	Evaluación 2 7- 12-2021 (época lluviosa)	LMP
Cromo Hexavalente	mg/l	<0,041	<0,041	0,5
DQO	mg/l	<20	159	200

DBO5	mg/l	<13	63,39	100
Hierro	mg/l	2,73	0,17	10
Manganeso	mg/l	0,349	0,058	2
pH	UpH	8,37	7,65	6-9
Plomo	mg/l	<0,001	<0,001	0,2
Turbiedad	NTU	7,18	46,1	100
Coliforme Fecales	NMP/100ml	4,5	49	2000

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015.

Elaborado por: Reyes y Zambrano

11.6. Factores físicos de contaminación ambiental

11.6.1. Olor

La presencia de malos olores en la microcuenca se debe a procesos de contaminación, procedente de actividades antrópicas como la agricultura, industria y los residuos urbanos, que producen vertidos tanto de productos nitrogenados como fosfatados (Ibérica, 2018). En condiciones aerobias se produce la mineralización, consumiendo oxígeno y produciendo dióxido de carbono, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno, la descomposición anaeróbica comienza a producir metano, amoníaco y sulfuro de hidrógeno (Casilla, 2014).

La DBO es la cantidad de oxígeno que las bacterias aerobias utilizan para la degradación de materia orgánica y la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica. Las PTAR presentan un olor desagradable debido a las reacciones químicas que producen los microorganismos anaerobios.

11.6.2. Color

Conforme al Reglamento ley recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua, Art. 80.- “Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público”. La industria textil realiza los monitoreos de efluentes, evaluando parámetros considerados en el Libro VI Anexo 1 TULSMA con la tabla 8, correspondiente a límites de descarga al sistema de alcantarillado público, el cual no evalúa el parámetro “Color real” es por esta razón que las industrias textiles no tienen un control al incluir colorante en su proceso. Los colorantes se destacan por su diseño

altamente resistente, incluso a la degradación microbiana, por lo que son difíciles de eliminar en las plantas de tratamiento convencionales (Martinez, s.f.).

Mediante el análisis de los resultados de monitoreo de las PTAR de la quebrada Gualagchucu se evalúa el parámetro “Color Real” el cual se encuentra en valoración cuantitativa. Sin embargo, este parámetro debe evaluarse cualitativamente de acuerdo con los estándares de descarga en áreas de agua dulce. Durante una expedición técnica a la microcuenca, se vio una línea azul debido a los colorantes utilizados en el proceso de fabricación textil, Los efluentes textiles pueden reducir la germinación de semillas y el crecimiento temprano de algunas hortalizas (Zhou, 2001).

11.7. Diagnóstico ambiental

El diagnóstico es la fase fundamental en el proceso de planificación, gestión y manejo de cuencas hidrográficas, para lo cual es muy necesario caracterizarlo, identificar el problema, sus causas y consecuencias, proponer posibles soluciones para disminuir el impacto que estas tienen (Anaya, 2012). Se establecerán los problemas principales que aquejan a la MQG mediante la utilización del árbol de problemas en conjunto con caminata y diagrama de corte como herramientas participativas para el establecimiento de causas, consecuencias y posibles soluciones. En conjunto con la participación con los técnicos de la DGCA y analizada la información obtenida con anterioridad se llevó a cabo la formación de los árboles de problemas que se encuentran en la MQG.

11.7.1. Caminata y diagrama de corte o transecto

El 20 de septiembre del 2021 mediante el diálogo con los técnicos de la DGCA y moradores del sector se realizó la herramienta de caminata y diagrama de corte o transecto en la MQG, determinando que existen problemas de conflicto de uso de suelo causando un cambio irreversible de la tierra al grado que ya no se pueda recuperar. Mediante el análisis biofísico se considera que la MQG se encuentra con suelos degradados (sobreutilizados) de 62.96% Figura 15.

De acuerdo con Rojas (2011), el gesto desatinado de un ser humano afecta directamente a los ecosistemas, lo que tiene consecuencias como la erosión del suelo y la pérdida de fertilidad, la desertificación, la deforestación, la salinización y alcalinización de los suelos de regadío y la sobreexplotación de las tierras de cultivo de primera calidad, lo que afecta gravemente la calidad de vida de toda la población.

La Constitución del Ecuador (2008) en su art 410, establece que el estado brindará apoyo para la conservación y restauración de los suelos a los agricultores, así como el desarrollo de nuevas

prácticas agrícolas. Mediante la creación de las asociaciones agrícolas se podrá diseñar e implementar modelos de producción que no causen impactos a la calidad de los recursos naturales, además mediante este tipo de organizaciones se permitirá diseñar modelos estratégicos para el cambio de la matriz productiva.

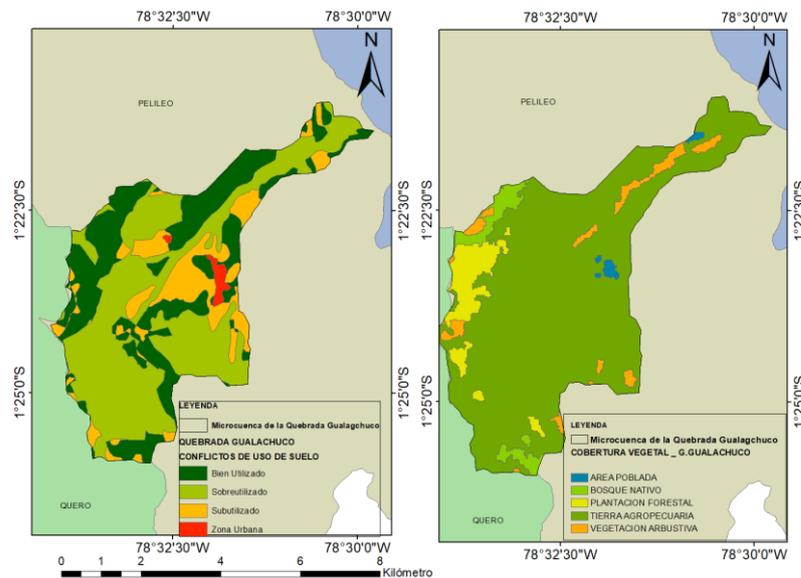


Figura 21: Diagrama de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2018

Elaborado: Reyes y Zambrano

11.7.2. Árbol de problema

- **Problemas biofísicos**

El avance de frontera agrícola, erosión y el conflicto de uso de suelo son problemas biofísicos ocasionados por la falta de educación y prácticas de manejo de suelo y agua, incremento de infraestructura urbana, deforestación para actividades ganaderas y agrícolas. Provocando pérdida de biodiversidad, desgaste de servicios ecosistémicos y cambio de sus capacidades naturales.

Guadarrama (2010) afirma que, cualquier actividad antrópica debe ser un sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivientes y su ambiente, desarrollando prácticas y tecnologías para incrementar los rendimientos respetando el derecho de un ambiente sano a futuras generaciones. En la Constitución de la República del Ecuador (2008) en su art.- 3 en los deberes primordiales, el inciso 5 señala promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos. Además la constitución reconoce a la naturaleza como sujeto de derecho en su artículo 10. Es posible promover el desarrollo sustentable mediante la creación de asociaciones agrícolas, uso de barreras para evitar la escorrentía y erosión de actividades industriales. La

adecuada capacitación y asesoramiento agropecuario. Las cuales posibilitan el cuidado al ambiente y especialmente al recurso hídrico, con la disminución de técnicas tradicionales de cultivos.

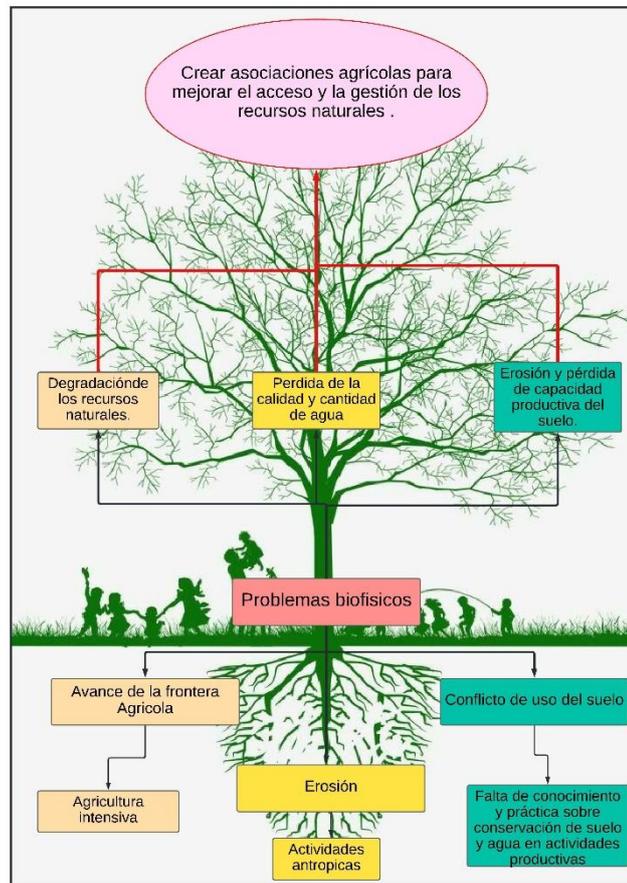


Figura 22: Problemas biofísicos de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.
Elaborado: Reyes y Zambrano

- **Problemas ambientales**

La contaminación del agua es un problema ambiental por las aguas residuales agrícolas, industriales y domésticas ocasionando la desaparición de la biodiversidad, alteración en la producción agrícola y contraer enfermedades al utilizar aguas contaminadas. El adecuado funcionamiento, mantenimiento y control de las Plantas de tratamiento de aguas residuales. Brañez (2018), menciona que las Autoridades deben dar un control y seguimiento a la maquinaria, material y recursos usados en el momento de producción. Mediante el adecuado seguimiento a las industrias textiles y citando al Código Orgánico del Ambiente (2018) en el art 26 se menciona la facultad de los GAD Provinciales, el inciso 8 expresa que se debe “controlar el cumplimiento de los parámetros y la aplicación de las normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido” de esta manera se controlará las descargas al sistema de alcantarillado de las actividades industriales.

Teniendo en cuenta a Heredia (2018), la educación ambiental debe ser considerada como una herramienta social que permite a las personas adquirir conocimientos significativos sobre el medio ambiente, orientándose al desarrollo sostenible en armonía con el medio ambiente. De esta forma se desarrollarán programas sobre: cuidado del recurso hídrico, uso y aprovechamiento del suelo. El Código Orgánico del Ambiente (2018) en el art 282.- establece incentivos ambientales a las personas naturales y jurídicas según lo siguientes literales:

- a) La reducción de los impactos que afectan al ambiente y la prevención de los daños ambientales
- b) El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y la restauración de los ecosistemas
- c) La aplicación de buenas prácticas ambientales y de procesos de producción más limpia.

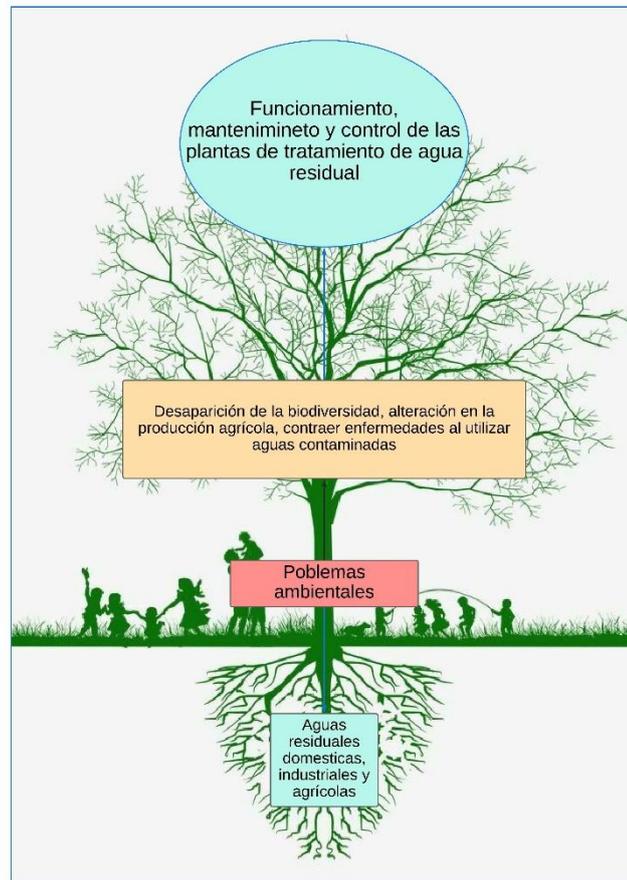


Figura 23: Problemas ambientales de la microcuenca de la quebrada Gualagchuco.

Elaborado: Reyes y Zambrano

12. PRESUPUESTO

Tabla 15

Presupuesto para el presente proyecto

Recursos	Descripción	Unidades	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Humano	Investigador			
	Tutor			
Tecnológico	Programa ArcGis 10.5	1	\$33,00	\$33,00
	Internet	12	\$22.96	\$275,52
Oficina	Teléfono Celular (GPS y cámara)	2	\$100,00	\$200,00
	Esferos	5	\$0,40	\$2,00
	Libretas	1	\$1,00	\$1,00
	Marcadores	3	\$0,90	\$2,70
Otros	Impresiones	320	\$0,15	\$48,00
	Anillados	3	\$20,00	\$60,00
	Empastado	1	\$15,00	\$15,00
Análisis de calidad	Análisis fisicoquímico y microbiológico en el laboratorio Lacquanalisis	2	\$180,32	\$360,64
Subtotal				\$907,15
10 % de imprevistos				\$90,71
Total				\$997,86

Elaborado: Reyes y Zambrano

13. IMPACTOS

13.1. Sociales y ambiental

Los resultados aportaran y darán a conocer el estado actual de la quebrada Gualagchuco, este estudio pretende informar a las autoridades y la ciudadanía el estado de vulnerabilidad de la

microcuenca, esperando tomen conciencia sobre la conservación y protección de los recursos naturales. Las actividades antrópicas han causado un daño irreversible como la erosión, conflicto de uso de suelo y avance de frontera agrícola.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **Conclusiones**

La microcuenca de la quebrada Gualagchuco tienen un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo con un 94,96%, una precipitación promedio de 672.2 milímetros de lluvia anual, con un pico máximo de 107.3 milímetros de lluvia en el mes de junio, una temperatura estable entre 12 y 14 °C, evapotranspiración en su pico máximo que es 86,53 mm en el mes de noviembre. Presenta un promedio de vientos de 2,3 m/s en los meses de junio, julio y agosto, comprende un relieve con valles y taludes interandinos compuesto por fosas llenas de sedimentos detríticos y volcánicos. En la zona alta y media se encuentra pendientes >70° correspondiendo a zonas escarpada y montañosa, la microcuenca se originó en el periodo terciario, consta de 86,51% de suelos molisol de acuerdo con la textura del suelo corresponde a franco con 48,77% y posee 64,63% de bosques muy húmedos. Pero el mal uso de los recursos naturales en la microcuenca de la quebrada Gualagchuco, ha generado múltiples dificultades, como avance de la frontera agrícola con 35% sobre 3000 msnm en la parte alta de la microcuenca, erosión severa en un 51,49% del territorio y una sobre utilización del suelo en un 62,96%.

La mayor parte de la población pertenece a la zona rural, Dos sistemas de producción generan el desarrollo económico de la zona, los mismos que son causantes de la contaminación del recurso hídrico, la agricultura intensiva donde predomina el tomate de árbol, maíz (choclo) y papa, el 54% del agua es utilizada para las actividades agrícolas. En el territorio 22 familias se dedican a la fabricación de prendas de vestir, sin embargo, debido a la falta de oportunidades migran a ciudades fuera de su cantón y de la provincia, posee 51,57 km² de ruta local el mismo es utilizado para la comercialización de sus productos.

En la microcuenca de la quebrada Gualagchuco se evidencia una carga de contaminación por parte de los parámetros de hierro (2,73 mg/l), manganeso (0,34 mg/l), demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (DBO₅) (<13 mg/l), demanda química de oxígeno (DQO) (<20 mg/l), nitratos (8,92 mg/l), oxígeno disuelto (6,49 mg/l), tensoactivos (3,97 mg/l), nitrógeno total (90,5 mg/l), nitrógeno amoniacal (76,8 mg/l), sólidos suspendidos totales (424 mg/l) y coliformes fecales (160000 nmp/100 ml) excediendo los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el Acuerdo Ministerial 097^a. Se evidencia así una contaminación del recurso hídrico que procede de actividades antrópicas como

la agricultura e industria textil, se genera la proliferación de malos olores y vertientes con tonalidades turbias. El agua no es apta para uso agrícola, consumo doméstico, preservación de vida acuática y descargas al cuerpo de agua dulce.

- **Recomendaciones**

Fortalecer los consejos de cuencas en el ámbito de la unidad de planificación para la generación de propuestas políticas relacionadas con el recurso hídrico con base en el Art.26 “habrá consejos de cuenca con el ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica” en conjunto con el Art. 29 “generación de propuestas de políticas públicas sectoriales relacionados con el recurso hídrico”.

Formación de asociaciones de pequeñas empresas con la finalidad de desarrollar programas de educación ambiental con temas sobre: cuidado del recurso hídrico, uso y aprovechamiento del suelo, en conjunto con los roles que desempeñan las instituciones como las juntas de riego, agua potable y autoridades competentes.

Diseñar y construir trampas de grasa en las actividades productivas con la finalidad de reducir la carga de contaminante que descarga a un sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua dulce.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

A.C Martínez, C. O. (s.f.). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de Contaminación generada por colorantes de la industria textil:
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>

Aguamarket. (2021). Obtenido de <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=4094>

Ambiente, C. O. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Lexis Finder.

Ambiente, M. d. (2015). *Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE*. Quito: Lexis.

Amendaño, E. (julio de 2018). *Maestría en planificación y ordenamiento territorial para el desarrollo*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:
http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15286/TESIS_AMENDA%C3%91O_ERIKA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Anaya, O. (16 de enero de 2012). *CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA*. Obtenido de https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/CARACTERIZACION%20MORFOMETRICA%20DE%20LA%20CUENCA%20HIDROGRAFICA%20CHINCHAO%2C%20DISTRITO%20DE%20CHINCHAO%2C%20PROVINCIA%20DE%20HUANUCO%2C.pdf
- Aprovechamiento, R. L. (2015). *Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento*. Quito: Lexis.
- Aquabook. (2012). *Partes de una cuenca*. Obtenido de http://aquabook.agua.gob.ar/378_0
- Bae Jim-Seok, F. H.-D. (2006). *Ciencia de Corea*. Obtenido de Influencia de los nuevos colorantes azoicos en el ecosistema acuatico: <http://koreascience.kr/article/JAKO200617033447063.page>
- Bautista, F., Palacio, J., Delfín, H. (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental - UNAM. Obtenido de Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales: https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/tmuestreo.pdf
- Bolívar, G. P. (2020). *Reseña Histórica*. Obtenido de <https://www.gadparroquiabolivar.gob.ec/parroquia/resena-historica.html>
- Brañez, M. (2018). *Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil*. Obtenido de <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/rc/article/viewFile/1369/1109>
- Brueva, C. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS*.
- Carvalho. (2016). *Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos fenton intensificados con ultrasonido de baja frecuencia*. Medellín.
- Casierra - Posada., & P. (2005). Manganese and zinc toxicity reduce dry matter production, leaf pigment and fruit quality in strawberries (*Fragaria sp. cv. Camarosa*). *Agronomía Colombiana*.
- Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río suchez (tesis de pregrado)*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Casillas, S. (2014). *Evaluación de la calidad del agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río suchez*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Antiplano.

- Chang, J. (2017). *Escuela Superior Politécnica del litoral*. Obtenido de Calidad de agua: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201%2C2%2C3.pdf>
- Climático, M. d. (2002). *División Hidrográfica del Ecuador*. Ecuador.
- COOTAD. (2019). *Código Orgánico de Organización Territorial*. Quito.
- Demográfico, M. p. (2000). *Libro Blanco del Agua*. España: Secretaría general técnica Ministerio del medio ambiente.
- Dourojeanni. (2012). *El sistema complejo de la cuenca hidrográfica*. Colombia.
- Espín, M. (2015). *Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental en la productividad de los cultivos agrícolas en los barrios la Morita, la Tola, el Arenal, la Esperanza y Collaqui ubicados en la parroquia de Tumbaco, Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Fernández, A. (2003). *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamiento avanzados de aguas residuales domésticas*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Fernández, M. (2017). *Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>
- Gallego, M. (2000). *El agua, vehículo de contaminación*. Obtenido de <https://www.babab.com/no01/agua.htm>
- Gálvez, J. J. (2011). *Aguas subterráneas - acuíferos*. Lima - Perú.
- García, M. (2009). *La Contaminación del agua*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Rodriguez-80/publication/263925744_La_hidrosfera_El_ciclo_del_agua_La_contaminacion_del_agua_Metodos_de_analisis_y_depuracion_El_problema_de_la_escasez_del_agua/links/5486d67c0cf2ef34478c2e1e/La-hidrosfera-El-ci
- González, L. (2016). *Nitrógeno amoniacal*. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/mente-y-materia/article/viewFile/334/pdf>
- Guadarrama, C. (2010). *“AGROECOLOGÍA: UN ENFOQUE SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA”*. Obtenido de [https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/5.%20Agroecolog%C3%ADa.%20Un%20enfoque%20sustentable%20de%20la%20agricultura%20ecol%C3%B3gica%20\(%20Stephen%20Gliessman%20et%20al.\).pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/5.%20Agroecolog%C3%ADa.%20Un%20enfoque%20sustentable%20de%20la%20agricultura%20ecol%C3%B3gica%20(%20Stephen%20Gliessman%20et%20al.).pdf)

- Hagbrink, I. (2010). *El agua en la agricultura*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture#1>
- Heredia, J. (2018). *Importancia de la educación ambiental en la gestión del riesgo socio-natural*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-42582018000100345&script=sci_arttext
- Huambaló, G. P. (2020). *GAD Parroquial Huambaló*. Obtenido de <https://huambalo.gob.ec/2020/03/02/historia/>
- Iagua. (13 de octubre de 2020). *Cuenca hidrográfica de un río*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/cuenca-hidrografica-rio>
- Ibérica, S. (11 de abril de 2018). *Iagua*. Obtenido de Eutrofización: causas, consecuencias y soluciones: <https://www.iagua.es/noticias/sewervac-iberica/eutrofizacion-causas-consecuencias-y-soluciones>
- Ilbay, M. (2017). *Características del relieve de la cuenca*. Latacunga.
- INEC. (2012). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Verde_Urbano/Presentacion_Indice%20Verde%20Urbano%20%202012.pdf
- INEC. (2019). *Registro de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado*. Obtenido de Gestión de agua potable y saneamiento GAD Municipales: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Agua_potable_alcantarillado_2019/PRESENTACION%20APA%202019%20V07_rev_corregido.pdf
- INEC. (noviembre de 2020). *Censo de información ambiental económica en GAD Provinciales*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/GAD_Provinciales_2019/RESULTADOS%20CENSO%20AMBIENTAL%20GADP_2019_11.pdf
- Jaramillo, J. (2009). *INTRODUCCIÓN A LA TAXONOMÍA Y FILOGENIA DE LAS ANGIOSPERMAS DEL ECUADOR*. Obtenido de https://www.puce.edu.ec/sitios/documentos_DGA/4_5_0501_2008-01_12923_1700951039_S_1.pdf

- Jerez, M. C. (2014). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón San Pedro de Pelileo*. Pelileo.
- Jiménez, F. (2004). *Caracterización de Cuencas Hidrográficas*. Material del curso manejo integrado de cuencas hidrográficas.
- Jiménez, F. (abril de 2004). *Caracterización, diagnóstico, línea base y plan de acción de la subcuenca del río Turrialba*. Costa Rica: Turrialba. Obtenido de Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.
- Kasetsu, N. (2017). *DBO y DQO para caracterizar aguas residuales*. Obtenido de <https://nihonkasetsu.com/es/dbo-y-dqo-para-caracterizar-aguas-residuales/>
- Lema, A. (julio de 2009). *Modelación Hidrográfica de la cuenca del río Pastaza*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1780/1/CD-2366.pdf>
- Lorena Tapia, M. d. (2015). *097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Quito.
- MADS. (2016). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Microcuenca: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/>
- MADS. (marzo de 2018). *Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuencas - PMAM: [http://www.andi.com.co/Uploads/GU%C3%8DA%20PMA%20de%20Microcuenca%20\(0000002\).pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/GU%C3%8DA%20PMA%20de%20Microcuenca%20(0000002).pdf)
- Márquez, B. (2016). *Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo I)*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i>
- Martínez, A. (2020). *ARQUITECTURA E INGENIERÍA*. Obtenido de <https://postgradoingenieria.com/aguas-industriales-componentes-y-tratamientos/>
- Mena, P. (2004). *La biodiversidad del Ecuador*. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49907.pdf>
- MINAM. (2009). *Ministerio del ambiente Gobierno de Perú*. Obtenido de Límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas y efluentes líquidos para la industria siderúrgica: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311086/lmp__siderurgia.pdf

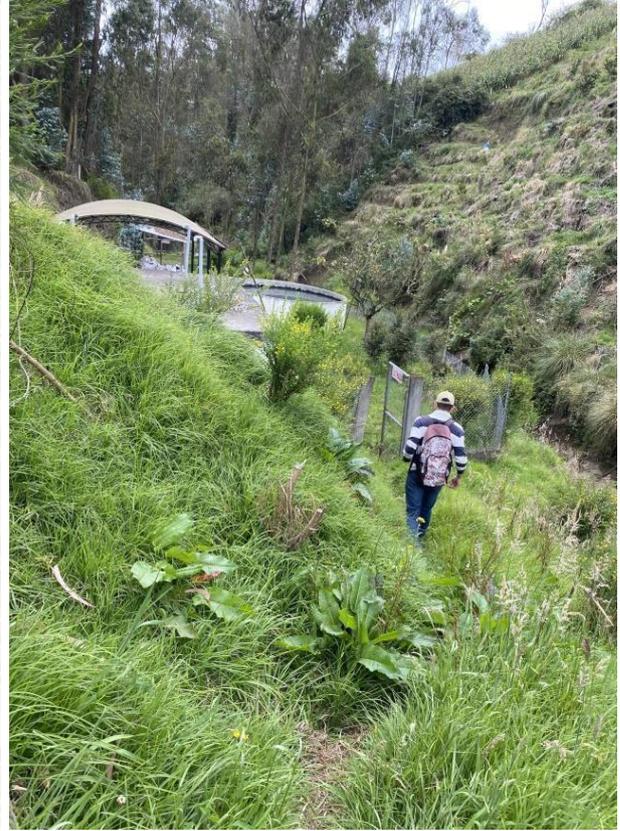
- Moratalla, J. R. (2015). *Historia Ayuntamiento de Quero*. Obtenido de <https://www.quero.es/turismo-y-festejos/historia>
- Morillo, L. (febrero de 2018). *REMOCIÓN DE TENSOACTIVOS Y COLIFORMES EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v35n4/0188-4999-rica-35-04-931.pdf>
- Nacional, A. (2008). *Constitución del Ecuador*. Quito.
- Nacional, C. (2015). *Ley Orgánica de Salud Registro Oficial Suplemento 423 de 22-dic-2006*. Quito.
- Naranjo, A. (febrero de 2018). *REMOCIÓN DE TENSOACTIVOS Y COLIFORMES EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v35n4/0188-4999-rica-35-04-931.pdf>
- OEHHA. (2012). *California Office of Environmental Health Hazard Assessment*. Obtenido de <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/indicator/cuerpos-de-agua-afectados>
- OMS. (2 de mayo de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
- Ongley. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55)*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w2598s/w2598s00.htm#Contents>
- Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Técnica: ¿Que es cuenca hidrológica?* Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.
- Pereira, A. (2011). *EDAFOLOGIA 1*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- Pérez, J. (2014). *QUEBRADA*. Obtenido de <https://definicion.de/quebrada/>
- Pino, E. A. (29 de abril de 2016). *Enciclopedia del Ecuador*. Obtenido de <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/pelileo/>
- Prado, K. (2019). *ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD, IMPACTOS AMBIENTALES TUNGURAHUA*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/EIA_Pelileo-Banos_Diagnostico_Ambiental.pdf

- Ramírez, S. (2007). *Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad*. Obtenido de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v3-n1-8-impacto-de-la-descarga-de-aguas-residuales.pdf>
- Rivadeneira et al. (2010). *Peces de la cuenca del río Pastaza*. Quito: Fundación Natura.
- Rojas, A. (2011). *La degradación del suelo y sus efectos sobre la población*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5654360.pdf>
- Romero. (2016). Obtenido de <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/623/EFFECTOS%20DE%20LOS%20TENSOACTIVOS.pdf;jsessionid=38E9D94E82B7263674FBB0005AB22FA2?sequence=1>
- Ruiz, U. (4 de mayo de 2018). *La agricultura y la ganadería, las actividades primarias que más contaminan el agua*. Obtenido de <https://www.efeverde.com/noticias/contaminacion-agua-agricultura-ganaderia-fao/>
- Saibon. (2018). *Water Technology*. Obtenido de <https://www.safbonwater.com/la-reutilizacion-del-agua/#:~:text=Agua%20reciclada%20o%20de%20re,puede%20reutilizar%20para%20otros%20fines.>
- Salud, L. O. (2015). *Ley Orgánica de Salud*. Quito: Lexis Finder.
- Sánchez, A. (2003). *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*. Obtenido de http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf
- Sardiñas, O. (2004). *Determinación de nitrógeno amoniacal y total en aguas de consumo y residuales por el método del fenato*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032004000200002
- Tambini, G. (30 de mayo de 2017). *20.7% del agua que se consume en Ecuador está contaminada*. Obtenido de <https://redhum.org/documento/2052964>
- Territorial, C. O. (2019). *Código Orgánico de Organización Territorial*. Quito.
- Torres, A. (2018). *Laboratorio Medio Ambiente Diputación Provincial de Granada*. Obtenido de http://a21-granada.org/red-gramas/images/Presentacion_ANTONIO.pdf
- UICN. (2009). *Guía para la elaboración de planes de manejo de microcuencas*. San Marcos, Guatemala.

- Ulises Cordón, W. J. (2008). *Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilvi Tingni, Puerto Cabezas, RAAN*. Ciencia e Interculturalidad.
- USAL, C. (2013). *Características de las aguas residuales*. Obtenido de <https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
- Val, J. d., & Barinagarrementeria, i. (2015). *Levantamiento de Cartografía Temática Escala 1:25.000, Lote 1*. Pelileo.
- Valdivieso, A. (2021). *Cuenca: Definición, Partes, Tipos e Importancia*. Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/cuenca-definicion-partes-tipos-e-importancia/#Cuenca-alta>
- Valencia, C. (2011). *Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción*. Cuenca.
- Varela, R. (1990). *INSTITUTO SUPERIOR DE CORRELACIÓN GEOLÓGICA*. Obtenido de http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_21/pdf/varela_miscelanea_21_manual_de_geologia.pdf
- Vega, S. L. (31 de 10 de 2018). Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/alejandro-santos-altes/reduccion-dqo-dbo-aguas-residuales>
- Viera, K. V. (2007). *Estimación de la Oferta Hídrica en la cuenca alta del río Pita mediante el uso de herramientas Geoinformáticas*. Sangolquí.
- YÉPEZ, R. (febrero de 2015). *LOS RECURSOS NATURALES Y EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8749/LOS%20RECURSOS%20NATURALES%20Y%20EL%20MANEJO%20DE%20CUENCAS%20HIDROGR%3%81FICAS.pdf;sequence=1#:~:text=La%20cuenca%20hidrogr%3%A1fica%20del%20R%3%ADo%20Pastaza%20se%20sit%3%BAa%20en%20la,los%2>
- Zarza, L. (2020). *¿Qué es la contaminación del agua?* Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>
- Zhou, P. (junio de 2001). *Springer Link*. Obtenido de Contaminación química y transporte de tintes orgánicos en los sistemas de cultivos de agua, suelo y la costa china: <https://doi.org/10.1007/s001280077>

16. ANEXOS

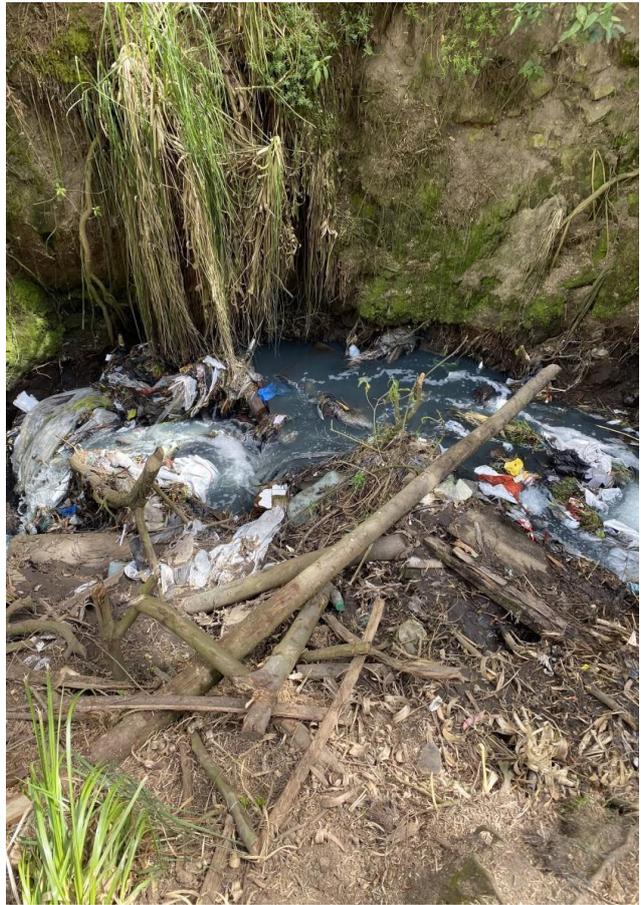
Anexo 1: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residuales Quitocucho.



Anexo 2: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residuales Huambalo.



Anexo 3: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residual Huasipamba



Anexo 4: Visita técnica a la Planta de tratamiento de aguas residuales La Florida



Anexo 5: Análisis de agua realizado por los estudiantes



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente
Respetamos la confidencialidad y privacidad
Preservamos en el futuro de nuestros hijos
Protección del medio ambiente
Desarrollamos trabajo en equipo
Análisis de agua con biochips

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio con biochips"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS **No. LACQUA 21 - 3545**

SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:
Nombre	Esteban Ismael Zambrano Ríos	Temperatura: 14°C
Atención a	Ambato	
Dirección	estebanzambrano@gmail.com	
Teléfonos		
e-mail		
Procedencia	Agua natural	Contenido declarado: 2000 ml
Identificación muestra	Líquido turbio	Conservación de la muestra: Refrigeración
Descripción muestra		Toma de muestra / Muestreo: Cliente

Datos del Análisis:

Fecha toma muestra	28-sep.-21	Fecha de análisis	Del 28 de septiembre al 14 de octubre de 2021	Código Muestra	A-3297
Fecha Ingreso al Laboratorio	28-sep.-21	Fecha emisión informe	14 de octubre de 2021	Coord. muestra	X: 778074 Y: 9849935
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanalisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%): 43	Temperatura amb. (°C):	18,1		

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23, 2017, 5220 D	± 25,26 %
DBO5	mg/l	<13	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
Fosfatos Totales	mg/l	1,24	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,85 %
Hierro*	mg/l	2,73	PRO TEC 020 / HACH 8008, Ed. 09, 2014	± 23,38 %
Manganeso	mg/l	0,349	PRO TEC 048 / HACH 8149, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
Nitratos	mg/l	8,92	PRO TEC 024 / HACH 8192, Ed. 11, 2019	± 7,95 %
Oxígeno disuelto	mg/l	6,49	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 7,95 %
	%	93	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	-----
pH	UpH	8,37	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Plomo***	mg/l	<0,001	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B /PA-117.00	± 0,000015 mg/l
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	368	PRO TEC 039 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 C	± 10,03 %
Turbiedad	NTU	7,18	PRO TEC 060 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 B	± 21,50 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	4,5	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 0,0 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance
** Parámetro No acreditado
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en este informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanalisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. Andrés Manzano
Analista


Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3672



Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	-	N/D	
Atención a	Esteban Ismael Zambrano Rios		
Dirección	Ambato		
Teléfonos	096 103 3059		
e-mail	estebanzambrano@gmail.com		
Procedencia	-	Contenido declarado	2000 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	07-dic.-21	Fecha de análisis	Del 07 al 22 de diciembre de 2021	Código Muestra	A-3415
Fecha ingreso al Laboratorio	07-dic.-21	Fecha emisión informe	22 de diciembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	48	Temperatura amb. (°C):	21,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	159	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23, 2017, 5220 D	± 25,26 %
DBO5	mg/l	63,39	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
Fosfatos Totales	mg/l	1,70	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,85 %
Hierro	mg/l	0,17	PRO TEC 020 / HACH 8008, Ed. 09, 2014	± 23,38 %
Manganeso	mg/l	0,058	PRO TEC 048 / HACH 8149, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
Nitratos	mg/l	4,97	PRO TEC 024 / HACH 8192, Ed. 11, 2019	± 7,95 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	2,85	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	7,65	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Plomo***	mg/l	<0,001	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,000015 mg/l
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	253	PRO TEC 039 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 C	± 10,03 %
Turbiedad	NTU	46,10	PRO TEC 060 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 B	± 21,50 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	49,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

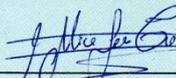
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005

**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

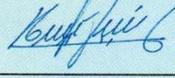
Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. María Jose Tapia
Analista




Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Anexo 6: Análisis de agua realizado por las juntas de agua

Lacquanálisis S.A.
 Contribuimos con la regulación, cumplimiento y colaboración ambiental.
 Responsabilidad y transparencia.
 Participamos en el futuro de nuestros clientes.
 A la vanguardia en el cumplimiento ambiental.
 Con el agua que cuidamos.

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
 www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión:
CLIENTE:	CONSORCIO DE JUNTAS DE AGUA Y SANEAMIENTO HUAMBALÓ	9
REPRESENTANTE:	Sr. Luis Silva	Pág. 1 de 1
DIRECCION:	Parroquia Huambalo - Calle 10 de Agosto	Código: REG TEC 018
TELEFONO:		Fecha formato: 20/03/2017
CELULAR:	098 022 6666	NÚMERO DE INFORME
e-mail:	luisilva_960@hotmail.com	LACQUA 210 219 912

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 47	TEM. AMBIENTE(°C): 22
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual - Salida Planta de Tratamiento Huambalo Centro
 RESPONSABLE MUESTRO: Lacquanálisis
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 14 al 29 de enero de 2020
 FECHA EMISION DE INFORME: 29 de enero de 2020
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de enero de 2020

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Aceites y grasas	mg/l	2,95	PRO TEC 053 / APHA 5520 B	± 11,44 %
Caudal de descarga**	l/s	1,43	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA	---
Cloruros	mg/l	40,20	PRO TEC 047 / APHA 4500 Cl-B	± 3,13 %
Color Real Dil. 1/20***	Pt-Co	16,84	Standard Methods, Ed. 23, 2017, 2120 C / PA - 75.00	± 1,56 Pt-Co
DBO5	mg/l	101,82	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	162	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 18,30 %
Fluoruros	mg/l	0,29	PRO TEC 062 / HACH 10225	± 10,05 %
Fósforo Total	mg/l	3,52	PRO TEC 063 / HACH 8048	± 26,70 %
Materia Flotante**	VISUAL	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	---
Nitrógeno amoniacal***	mg/l	37,3	Standard Methods 4500-NH3F / PA-30.00	± 0,82 mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl****	mg/l	38,13	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	± 0,45 mg/l
pH	UpH	7,41	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,30 %
Sólidos Totales	mg/l	337	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 5,49 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	98	PRO TEC 029 / HACH 8006	± 12,45 %
Sulfatos	mg/l	25,00	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13,01 %
Tensoactivos	mg/l	3,631	PRO TEC 054 / HACH 8028	± 23,77 %
TPH***	mg/l	1,44	TNRCC, Method 1005 / PA-10.00	± 0,08 mg/l

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	16000,0	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 2,0 NMP/100ml

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María José Tapia
 ANALISTA

Lacquanálisis S.A.
 soluciones ambientales

Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

Lacquanálisis S.A.
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable
 Contribuimos con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

INFORME DE RESULTADOS No. LACQUA 21 - 3280

Servicio de Acreditación Ecuador Acreditación N° OAE LE C 11-018 LABORATORIO DE ENSAYOS		Información proporcionada por el cliente Nombre: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE QUITOCUCHO Atención a: Sr. Luis Fernando Toapanta Dirección: Peñón - Caserio Quitocucho Teléfonos: 093 941 6154 e-mail: luisfernando.toapanta188@gmail.com		Información adicional: N/D
Procedencia	Salida planta de tratamiento	Contenido declarado	4650 ml	
Identificación muestra	Agua Residual	Conservación de la muestra	Refrigeración	
Descripción muestra	Líquido turbio	Toma de muestra / Muestreo	Lacquanálisis	

Datos del Análisis:			
Fecha toma muestra	21-ene.-21	Fecha de análisis	del 21 de enero al 05 de febrero de 2021
Fecha ingreso al laboratorio	21-ene.-21	Fecha emisión informe	05 de febrero de 2021
Lugar de realización de los ensayos		Laboratorio Lacquanálisis	Coord. Análisis
Coord. muestra	17M 0773839 UTM 9846964	Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%): 47	Temperatura amb. (°C):	71.1

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Aceites y grasas	mg/l	6,00	PRO TEC 053 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	± 11,44 %
Caudal de descarga**	mg/l	0,91	SEGUN CONDICIONES DEL SISTEMA	-
Color Real***	Pt-Co	20,00	Standard Methods, Ed. 23, 2017, 2120 C / PA - 75,00	± 4,02 Pt-Co
Cloruros	mg/l	14,39	PRO TEC 047 / Standard Methods, Ed 23, 2017 4500 -Cl- B	± 3,13 %
DIBOS	mg/l	50,57	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
DQO	mg/l	81	PRO TEC 034 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods, Ed. 23, 2017, 5220 D	± 25,26 %
Termostactivos	mg/l	0,100	PRO TEC 075 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 C	± 24,73 %
TPH***	mg/l	<0,15	THRC, Method 1005 / PA-10,00	± 0,04 mg/l
Materia Flotante**	VISUAL	AUSENCIA	PRO TEC 038 / VISUAL	-
Nitrógeno Total Kjeldahl***	mg/l	13,01	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72,00	± 0,45 mg/l
Nitrógeno amoniacal***	mg/l	9,99	Standard Methods 4500-NH3F / PA-30,00	± 0,03 mg/l
pH	UpH	7,29	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	62	PRO TEC 029 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 12,45 %
Sólidos Totales	mg/l	384	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	± 18,33 %
Sulfatos	mg/l	27,00	PRO TEC 026 / HACH 8051, Ed. 11, 2019	± 13,01 %
Fluoruro	mg/l	<0,20	PRO TEC 062 / HACH 10225, Ed. 09, 2014	± 10,05 %
Fósforo Total	mg/l	0,20	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,70 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	9200,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66,00	± 2,1 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado Fuera del alcance
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en este Informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifica. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confiabilidad de información recibida y los resultados generados
- La aceptación de este Informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y publicadas en el SGC y en www.lacquanalisis.com.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.

PERSONAL RESPONSABLE:

José María José Tapia
 Analista

Dr. Harold Jiménez
 Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Fieva, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: 0331 2420 106 - Móvil: 099 5363620 - info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	CONSORCIO DE JUNTAS DE AGUA Y SANEAMIENTO HUAMBALO	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Luis Silva	Código: REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Parroquia Huambalo - Calle 10 de Agosto	Fecha formato: 20/03/2017
TELÉFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	098 022 6666	LACQUA 2 0 2 9 9 3
e-mail:	luisilva_900@hotmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
	47	22

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual - Salida Planta de Tratamiento Florida Baja
RESPONSABLE MUESTREO: Lacquanálisis
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANALISIS: Desde el 14 al 29 de enero de 2020
FECHA EMISION DE INFORME: 29 de enero de 2020

FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de enero de 2020

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

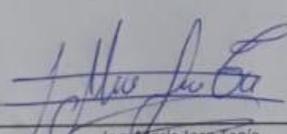
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Aceites y grasas	mg/l	6,05	PRO TEC 053 / APHA 5520 B	± 11,44 %
Caudal de descarga**	l/s	1,02	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA	---
Cloruros	mg/l	112,29	PRO TEC 047 / APHA 4500 Cl- B	± 3,13 %
Color Real Dil. 1/20***	Pt-Co	14,57	Standard Methods, Ed. 23, 2017, 2120 C / PA-75.00	± 1,56 Pt-Co
DBOS	mg/l	219,12	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	393	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 18,30 %
Fluoruros	mg/l	0,31	PRO TEC 062 / HACH 10225	± 10,05 %
Fósforo Total	mg/l	7,90	PRO TEC 063 / HACH 8048	± 26,70 %
Materia Flotante**	VISUAL	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	---
Nitrógeno amoniacal***	mg/l	76,80	Standard Methods 4500-NH3F / PA-30.00	± 0,82 mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl***	mg/l	90,50	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	± 0,45 mg/l
pH	UpH	7,57	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,30 %
Sólidos Totales	mg/l	606	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 5,49 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	424	PRO TEC 029 / HACH 8006	± 12,45 %
Sulfatos	mg/l	118,00	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13,01 %
Tensoactivos	mg/l	3,792	PRO TEC 054 / HACH 8028	± 23,77 %
TPH***	mg/l	0,94	TNRCC, Method 1005 / PA-10.00	± 0,08 mg/l

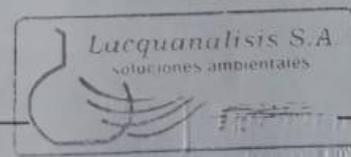
ANALISIS MICROBIOLÓGICO

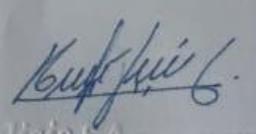
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	160000,0	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 2,0 NMP/100ml

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. María Jose Tapia
ANALISTA


Lacquanálisis S.A.
 soluciones ambientales


 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

Anexo 7: Aval de traducción



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA GUALAGCHUCO, EN EL PERÍODO 2021-2022”** presentado por: **REYES GUANOQUIZA ROBINSON FERNANDO y ZAMBRANO RÍOS ESTEBAN ISMAEL**, egresados de la Carrera de: **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**, perteneciente a la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CAREN**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo del 2022

Atentamente,



Escanea este QR para verificar
BOLIVAR
MAXIMILIANO
CEVALLOS GALARZA



CENTRO
DE IDIOMAS

Bolívar Maximiliano Cevallos Galarza.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0910821669