

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERA E INGENIERO AMBIENTALES

TEMA:
**MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL BOSQUE
PROTECTOR UMBRÍA, COMO FUENTE DE APORTE PARA LA CAPTACIÓN
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS BARRIOS OCCIDENTALES DE
LA PARROQUIA ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA**

AUTORES:
STEPHANIE SOFÍA CORTÉS SALAZAR
CARLOS SANTIAGO SIMBA CALISPA

TUTOR:
EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO

Quito, septiembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Stephanie Sofía Cortés Salazar con documento de identificación N.º 1719279190 y Carlos Santiago Simba Calispa con documento de identificación N.º 1722815287, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: **MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL BOSQUE PROTECTOR UMBRÍA, COMO FUENTE DE APORTE PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS BARRIOS OCCIDENTALES DE LA PARROQUIA ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA e INGENIERO AMBIENTALES, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....
Stephanie Sofía Cortés Salazar
171927919-0

.....
Carlos Santiago Simba Calispa
172281528-7

Septiembre del 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, **MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL BOSQUE PROTECTOR UMBRÍA, COMO FUENTE DE APORTE PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS BARRIOS OCCIDENTALES DE LA PARROQUIA ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA**, realizado por Stephanie Sofía Cortés Salazar y Carlos Santiago Simba Calispa, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, septiembre 2020



EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO
C.I. 1710165869

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis amados padres Mires Jacinto Cortés Álvarez y Carmita Marisol Salazar Morocho, por darme el apoyo incondicional, además de sus consejos, su tiempo y por darme amor a su modo. Les agradezco también por brindarme esa confianza, constancia, sabiduría y fortaleza suficiente para no decaer y terminar con mi carrera.

Le dedico también a mi hermana Andrea Cortés, por estar pendiente de mí y por brindarme ese amor y amistad y aquellos abrazos de ánimo para culminar mi trabajo de investigación.

A mi enamorado Juan Andrés Laines de igual manera, por acompañarme en todo momento y darme esas palabras de aliento para no desvanecer y seguir adelante.

A mi tía Alexandra Salazar por darme esos consejos que nunca se olvida, en aquellas crisis existenciales, que me impulsaron a no decaer y siempre ver el lado bueno de todas las cosas y de la vida.

A mis abuelitos de parte de madre y padre que de cierta manera influyeron en lo que ahora soy, uno desde el cielo que se regocija de felicidad por los éxitos de cada uno de sus nietos. Y a los que aún siguen acompañándome, gracias por su amor, paciencia y de aquellas palabras y bendiciones que siempre perdurarán en mí.

A mi familia en general por sus buenos deseos.

A mi compañero Carlitos Simba por aquellas habladas y consejos, en toda la carrera universitaria y ahora en la culminación de la misma, por esa paciencia, sabiduría, constancia que supo transmitirme.

Stephanie Sofía Cortés Salazar

Al cumplir una meta cargada de muchas horas de estudio, grandes esfuerzos, ilustrados sacrificios y constante deseo de superación, es irremplazable mostrar gratitud a aquellas personas y experiencias recogidas a lo largo de este emocionante camino, que me han formado de manera profesional y humana, y proyectado hacia nuevos horizontes e intereses que me permita trascender continuamente y superar los desafíos que se presenten en este proyecto de vida.

Es así que, el presente trabajo de grado dedico inicialmente a Lupita Calispa, quién con su apoyo constante, lucha y dedicación por saciar su orgullo de madre, me ha ayudado en la obtención de este título profesional y orientado en las dificultades y alegrías alcanzadas.

Así también, dedico a mi padre, Carlitos Simba, quién me ha motivado a ser un hombre independiente, visionario y soñador para cumplir mis anhelos y propósitos propuestos; y brindado su apoyo incondicional en el recorrido de esta etapa alcanzada.

De manera encarecida y motivadora le dedico a aquella persona que hoy se encuentra en el cielo, gozando de una vida plena, quién es y será siempre mi mayor motivación para superar adversidades y conseguir todos los propósitos que fije en mi vida. Es así que, llevo en mi memoria cada instante compartido, cada victoria merecida, cada sonrisa humilde y sincera, cada tristeza lamentable, cada palabra de consuelo, cada día en familia que compartimos, para valorar y aprender a disfrutar de nuestra presencia en este afortunado mundo, viviendo como si éste fuera el último día de nuestras vidas, porque el mañana es inseguro, el ayer no nos pertenece y solamente el hoy es nuestro, por ello nunca dejaré de soñar *Edison Giovanny*.

Carlos Santiago Simba Calispa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgencita de Guadalupe por sus bendiciones regadas sobre mí y mi círculo familiar y por darme esa sabiduría, inteligencia y fortaleza para afrontar todos los obstáculos y terminar con éxito mi carrera universitaria.

Agradezco a mis padres y hermana por el apoyo económico, emocional y espiritual brindado en toda mi carrera.

Agradezco a mi docente tutor Ing. Edwin Rodrigo Arias Altamirano y al Dr. Edwin Fabian Bersosa Vaca, por habernos brindado todo su tiempo, apoyo experiencia y conocimiento necesario para lograr desarrollar a cabalidad el trabajo de investigación.

Agradezco también a los ayudantes de laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana, al Ing. Carlos Vélez y al Ing. Víctor Rueda, al Ing. Renato Sánchez docente de la universidad, que me brindaron todo su apoyo profesional en el transcurso del trabajo de investigación.

Finalmente, agradezco también al Ing. Luis Calderón y a la Srta. Paulina Barros, miembros de la Junta de Agua de los Barrios Occidentales de Aloasí, por abrirnos las puertas de su comunidad y su apoyo para terminar con éxito el trabajo de investigación.

Stephanie Sofía Cortés Salazar

A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus Sur, por haber sido parte de este proceso de formación académica, ético y cultural, y a quién vela, cuida y lidera por su desarrollo institucional, José Juncosa, que me ha apoyado de manera, dócil, valerosa, y profesional en los proyectos académicos y de investigación presentados y respaldados por la carrera de Ingeniería Ambiental.

De manera fraterna y encarecida extiendo mi gratitud y reconocimiento, a nuestro tutor Edwin Arias, quién por su atención, apoyo e interés prestado ha permitido la realización del presente trabajo de investigación. Asimismo, agradezco por la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores: Ronnie Lizano, Karina Pazmiño, Sheyla Serrano, Carlos Ulloa, Diana García; por haber compartido sus conocimientos y experiencias profesionales, y sobre todo su amistad brindada a lo largo de todo este camino.

Por último, extiendo mi más noble y maravilloso agradecimiento por su espíritu de trabajo demostrado a mi compañera Sofía Cortés; a mis amigos, Mikele Hinojosa, Graciela Fernández, David Cruz, y demás compañeras y compañeros de aula; con quienes viví gratos y conmovedores momentos de alegría, tristeza, satisfacción y disfrute en esta etapa universitaria; y anhelo que la amistad consolidada prevalezca por el tiempo de nuestras vidas.

Carlos Santiago Simba Calispa

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1. Cuenca Hidrográfica.....	3
3.1.1. Zonas	3
3.1.2. Clasificación.....	3
3.1.3. Parámetros Generales.....	4
3.1.3.1. Área (A).	4
3.1.3.2. Perímetro (P).	4
3.1.3.3. Longitud de la Cuenca (L).	4
3.1.3.4. Longitud del Cauce Principal (L_c).....	4
3.1.3.5. Ancho de la Cuenca (W).....	5
3.1.3.6. Altura Máxima (h máx.).	5
3.1.3.7. Altura Mínima (h mín.).....	5
3.1.3.8. Desnivel Altitudinal (DA).....	5
3.1.4. Parámetros de Forma	5
3.1.4.1. Factor de Forma de Horton (K_f).....	5
3.1.4.2. Coeficiente De Gavelius (K_C).	5
3.1.5. Parámetros de Relieve.....	6
3.1.5.1. Pendiente Media del Cauce Principal (j).	6
3.1.5.2. Pendiente Media de la Cuenca (J).	6
3.1.5.3. Curva Hipsométrica	6
3.1.5.4. Altura Media de la Cuenca (H).	6
3.1.6. Parámetros de la Red de Drenaje.....	6
3.1.6.1. Perfil Longitudinal.....	6
3.1.6.2. Jerarquización de la Red Fluvial.	6
3.1.6.3. Densidad de Drenaje (D_d).	7
3.1.6.4. Tiempo de Concentración.	7
3.1.7. Factores Abióticos	7

3.1.7.1.	Geomorfología.	7
3.1.7.2.	Clima.....	7
3.1.7.3.	Hidrología.	8
3.1.7.4.	Edafología.	8
3.1.8.	Factores Bióticos	8
3.1.8.1.	Flora.....	8
3.1.8.2.	Fauna.....	8
3.1.9.	Factores Socioeconómicos y Culturales.....	8
3.1.10.	Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas	9
3.1.10.1.	Importancia.	9
3.1.10.2.	Parámetros Ambientales.	9
3.1.10.3.	Parámetros Sociales.	9
3.1.10.4.	Parámetros Económicos.....	10
3.1.11.	Manejo de Cuencas en Ecuador.....	10
3.1.11.1.	Problemática en el Uso y Manejo.....	10
3.2.	Disponibilidad del Agua	10
3.2.1.	Hidrometría del Agua.....	11
3.2.2.	Medición de Caudal	11
3.2.3.	Método Volumétrico	11
3.2.4.	Muestreo de Agua.....	11
3.2.5.	Recolección de Muestras.....	12
3.2.6.	Tipos de Muestras	12
3.2.7.	Métodos de Muestreo.....	12
3.2.8.	Control y Vigilancia del Muestreo, Preservación y Análisis	12
3.3.	Índice de la Calidad de Agua (ICA-NSF).....	13
3.3.1.	Calidad Fisicoquímica.....	13
3.3.1.1.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	13
3.3.1.2.	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	13
3.3.1.3.	Fosfatos.....	13
3.3.1.4.	Nitratos.....	13
3.3.1.5.	Oxígeno Disuelto.....	13
3.3.1.6.	Potencial de Hidrógeno (pH).	14
3.3.1.7.	Sólidos Disueltos Totales.....	14

3.3.1.8.	Temperatura.....	14
3.3.1.9.	Turbidez.....	14
3.3.2.	Calidad Microbiológica.....	14
3.3.2.1.	Coliformes Fecales.....	14
3.3.3.	Curvas de Función.....	15
3.4.	Índice Biótico Andino (ABI).....	15
3.4.1.	Macroinvertebrados Acuáticos.....	15
3.4.2.	Recolección de Muestras.....	15
3.4.3.	Técnica de Recolección.....	15
3.4.4.	Calidad del Agua.....	16
3.4.4.1.	Calidad Hidromorfométrica.....	16
3.4.4.2.	Calidad Biológica.....	16
3.4.5.	Índices de Biodiversidad.....	16
3.4.5.1.	Índice de Shannon-Wiener.....	16
3.4.5.2.	Índice de Simpson.....	16
3.5.	Análisis y Evaluación del Suelo.....	17
3.5.1.	Muestreo de Suelo.....	17
3.5.2.	Tipo de Muestra.....	17
3.5.3.	Diseño de Muestreo.....	17
3.5.3.1.	Método de Cuadrícula.....	17
3.5.4.	Análisis Físico de Muestras.....	17
3.5.4.1.	Textura.....	17
3.5.4.2.	Humedad.....	18
3.5.4.3.	Densidad Aparente.....	18
3.5.5.	Análisis Químico de Muestras.....	18
3.5.5.1.	pH del Suelo.....	18
3.5.5.2.	Materia Orgánica.....	18
3.5.5.3.	Conductividad Eléctrica.....	18
3.5.5.4.	Capacidad de Intercambio Catiónico.....	18
3.5.6.	Contaminación del Suelo.....	19
3.5.7.	Tipos de Contaminación.....	19
3.5.7.1.	Puntual.....	19
3.5.7.2.	Difusa.....	19

3.5.8. Fuentes de los Contaminantes	19
3.5.8.1. Biogénica Natural.....	19
3.5.8.2. Antropogénica.....	19
3.5.9. Consecuencias de la Contaminación.....	20
3.5.10. Conservación y Diversidad Arbórea.....	20
3.5.10.1. Bosque Siempreverde Montano Alto.	20
3.5.10.2. Estratificación.....	20
3.5.10.3. Beneficio.....	20
3.5.11. Identificación de Especies Vegetales.....	21
3.5.11.1. Muestreo sistemático.	21
3.5.11.2. Parcelas Permanentes.....	21
3.5.11.3. Estado de Conservación de Especies Arbóreas.....	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1. Materiales.....	22
4.2. Métodos.....	23
4.2.1. Recopilación de Información	23
4.2.1.1. Información Primaria.....	23
4.2.1.2. Información Secundaria.....	23
4.2.2. Proceso de muestreo	23
4.2.3. Ubicación Territorial.....	24
4.2.4. Delimitación y Codificación de la cuenca hidrográfica.....	24
4.2.5. Caracterización Morfométrica de la Cuenca	24
4.2.5.1. Parámetros Generales.	24
4.2.5.2. Parámetros de Forma.	24
4.2.5.2.1. Coeficiente de Compacidad de Gravelius (K_c).	25
4.2.5.3. Parámetros de Relieve.	26
4.2.5.3.1. Pendiente Media del Cauce Principal (j).	27
4.2.5.3.2. Pendiente Media de la Cuenca (J).....	28
4.2.5.3.3. Curva Hipsométrica.....	28
4.2.5.3.4. Altitud Media de la Cuenca (H).	29
4.2.5.4. Parámetros de la red de drenaje.....	29
4.2.5.4.1. Perfil Longitudinal.	30
4.2.5.4.2. Jerarquización de la Red Fluvial.	30

4.2.5.4.3.	Densidad de Drenaje (D_d).....	30
4.2.5.4.4.	Tiempo de Concentración.....	31
4.2.6.	Análisis Ambiental: Factores Abióticos.....	31
4.2.6.1.	Precipitación.....	32
4.2.6.2.	Temperatura.....	32
4.2.6.3.	Zonas Climáticas.....	32
4.2.6.4.	Tipos de Suelo.....	32
4.2.6.5.	Pendientes de Suelo.....	33
4.2.6.6.	Uso Actual del Suelo.....	33
4.2.6.7.	Erosión del Suelo.....	33
4.2.6.8.	Uso Potencial del Suelo.....	33
4.2.6.9.	Áreas Protegidas.....	33
4.2.7.	Análisis Ambiental: Factores Bióticos.....	34
4.2.7.1.	Flora.....	34
4.2.7.2.	Fauna.....	34
4.2.8.	Análisis Socioeconómico.....	34
4.2.8.1.	Demografía.....	34
4.2.8.2.	Escolaridad.....	35
4.2.8.3.	Salud.....	35
4.2.8.4.	Servicios Básicos.....	35
4.2.8.5.	Principales Actividades Económicas.....	35
4.2.8.6.	Red Vial.....	35
4.2.9.	Análisis Cultural.....	36
4.2.10.	Zonificación Ecológica Económica.....	36
4.2.11.	Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF).....	37
4.2.11.1.	Puntos de Muestreo de Agua.....	37
4.2.11.2.	Aforo de Caudal.....	37
4.2.11.2.1.	Método Volumétrico de Caudal.....	37
4.2.11.2.2.	Cálculo del Caudal.....	38
4.2.11.3.	Muestreo de Agua.....	38
4.2.11.3.1.	Recolección y Conservación de Muestras.....	38
4.2.11.4.	Análisis en Campo.....	38
4.2.11.4.1.	Oxígeno Disuelto.....	39

4.2.11.4.2. pH.....	39
4.2.11.4.3. Temperatura.....	40
4.2.11.4.4. Turbidez.....	40
4.2.11.5. Análisis en el Laboratorio.....	40
4.2.11.5.1. DBO5.....	41
4.2.11.5.2. DQO.....	41
4.2.11.5.3. Fosfatos.....	42
4.2.11.5.4. Nitratos.....	42
4.2.11.5.5. Sólidos Disueltos Totales.....	43
4.2.11.5.6. Coliformes Fecales.....	43
4.2.11.6. Análisis de Datos Medidos.....	43
4.2.11.7. Desarrollo e Interpolación de Parámetros.....	44
4.2.11.8. Estimación de la Calidad de Agua.....	44
4.2.11.9. Interpretación del Valor del Índice de Calidad.....	45
4.2.12. Índice Biótico Andino (ABI).....	46
4.2.12.1. Puntos de Muestreo de Macroinvertebrados.....	46
4.2.12.2. Fase de Campo.....	46
4.2.12.2.1. Técnica de Muestreo.....	46
4.2.12.2.2. Muestreo de Macroinvertebrados.....	46
4.2.12.2.3. Evaluación de la Calidad Hidromorfológica.....	47
4.2.12.3. Fase de Laboratorio.....	51
4.2.12.3.1. Limpieza de Macroinvertebrados.....	51
4.2.12.3.2. Identificación Taxonómica y Conteo.....	51
4.2.12.4. Fase de Oficina.....	52
4.2.12.4.1. Evaluación de la Calidad Biológica.....	52
4.2.12.4.2. Cálculo del Índice ABI.....	52
4.2.12.5. Análisis de la Biodiversidad.....	53
4.2.12.5.1. Índice de Shannon-Wiener.....	53
4.2.12.5.2. Índice de Diversidad de Simpson.....	54
4.2.13. Estudio del Suelo.....	56
4.2.12.5. Diseño de Muestreo.....	56
4.2.12.5.1. Método en Cuadrícula.....	56
4.2.12.6. Toma de Muestras.....	57

4.2.12.7. Época y Profundidad de Muestreo.	57
4.2.12.8. Cantidad de Puntos de Muestreo y Recolección.	57
4.2.12.9. Homogenización de Muestras.	58
4.2.12.9.1. Técnica de los Cuartos Opuestos.	58
4.2.12.10. Envasado e Identificación de la Muestra.	58
4.2.12.11. Conservación y Almacenamiento de la Muestra.	59
4.2.12.12. Transporte de la Muestra.	59
4.2.12.13. Métodos Analíticos.	59
4.2.12.14. Criterios de Calidad de Suelo.	59
4.2.13. Identificación de especies nativas arbóreas.	61
4.2.13.3. Diseño del Área de Estudio.	61
4.2.13.4. Efecto de Borde del Cuadrante.	62
4.2.13.5. Tipo de Inventario.	62
4.2.13.6. Mensuración Forestal.	62
4.2.13.6.1. DAP.	62
4.2.13.6.2. Altura del Estrato Arbóreo.	63
4.2.13.7. Recolección y Preservación de Muestras Botánicas.	63
4.2.13.7.1. Recolecta.	63
4.2.13.7.2. Tratamiento.	64
4.2.13.7.3. Prensado y Secado.	64
4.2.13.7.4. Montaje.	64
4.2.13.7.5. Identificación.	65
4.2.13.7.6. Análisis del Estado de Conservación.	65
4.2.14. Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica.	66
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	67
5.1. Ubicación Territorial.	67
5.2. Delimitación y Codificación del Área de Estudio.	67
5.3. Caracterización Morfométrica de La Cuenca.	68
5.3.1. Parámetros Generales.	68
5.3.2. Parámetros de Forma.	69
5.3.3. Parámetros de Relieve.	69
5.3.3.1. Curva Hipsométrica.	69
5.3.4. Parámetros de la Red de Drenaje.	71

5.3.4.1. Perfil Longitudinal.....	72
5.4. Análisis Ambiental	73
5.4.1. Factores Abióticos	73
5.4.1.1. Precipitación.....	73
5.4.1.2. Temperatura.....	74
5.4.1.3. Zonas Climáticas.....	74
5.4.1.4. Tipos de Suelos.....	75
5.4.1.5. Pendientes de Suelo.....	76
5.4.1.6. Uso Actual del Suelo.....	77
5.4.1.7. Erosión del Suelo.....	78
5.4.1.8. Uso Potencial del Suelo.....	78
5.4.1.9. Áreas Protegidas.....	79
5.4.2. Factores Bióticos	80
5.4.2.1. Flora.....	80
5.4.2.2. Fauna.....	82
5.3. Análisis Socioeconómico	83
5.3.1. Demografía.....	83
5.3.2. Escolaridad	84
5.3.3. Salud.....	85
5.3.4. Servicios Básicos	85
5.3.4.1. Agua Potable.....	86
5.3.4.2. Alcantarillado.....	87
5.3.4.3. Energía Eléctrica.....	87
5.3.4.4. Gestión de Desechos Sólidos.....	88
5.3.5. Principales Actividades Económicas	89
5.3.6. Red Vial.....	90
5.4. Análisis Cultural.....	90
5.4.1. Patrimonio Cultural Tangible	90
5.4.2. Patrimonio Cultural Intangible	91
5.4.2.1. Celebridades y Fiestas.....	91
5.4.2.2. Medicina Ancestral.....	92
5.4.2.3. Conocimiento Ancestral de la Naturaleza.....	92
5.4.2.4. Gastronomía.....	93

5.4.2.5.	Bailes Típicos.....	93
5.4.2.6.	Leyendas.....	94
5.4.2.7.	Actividades Económicas.....	94
5.4.2.8.	Vestimenta.....	95
5.5.	Zonificación Ecológica Económica.....	95
5.5.1.	Zona de Producción.....	96
5.5.2.	Zona Ecológica.....	96
5.5.3.	Zona de Uso Múltiple.....	97
5.6.	Aplicación del ICA-NSF.....	98
5.6.1.	Puntos de Muestreo de Agua.....	98
5.6.2.	Parámetros Medidos en Campo.....	99
5.6.2.1.	Oxígeno Disuelto.....	99
5.6.2.2.	pH.....	99
5.6.2.3.	Temperatura.....	100
5.6.2.4.	Turbidez.....	101
5.6.3.	Parámetros Medidos en el Laboratorio.....	101
5.6.3.1.	DBO ₅	101
5.6.3.2.	DQO.....	102
5.6.3.3.	Fosfatos.....	103
5.6.3.4.	Nitratos.....	103
5.6.3.5.	Sólidos Disueltos Totales.....	104
5.6.3.6.	Coliformes Fecales.....	105
5.6.4.	Índice de Calidad de Agua ICA-NSF por Muestreo.....	105
5.6.5.	Criterios de Usos Establecidos por el ICA-NSF.....	106
5.6.6.	Variabilidad del ICA-NSF.....	106
5.6.7.	Variación del Caudal en el ICA-NSF.....	107
5.6.8.	Comparación de los Resultados de los Muestreos realizados con la Legislación Ambiental Vigente.....	108
5.7.	Aplicación del ABI.....	111
5.7.1.	Puntos de Muestreo de Macroinvertebrados.....	111
5.7.2.	Calidad Hidromorfológica.....	112
5.7.3.	Calidad biológica.....	114
5.7.4.	Análisis de Biodiversidad.....	116
5.7.4.1.	Índice de Shannon-Wiener.....	116

5.7.4.2. Índice de Simpson.	118
5.7.5. Variación de Caudal del ABI	119
5.7.6. Comparación de la Calidad de Agua Mediante el ICA-NSF y ABI.....	119
5.8. Plan De Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica.....	122
5.8.1. Marco Legal.....	122
5.8.1.1. Constitución de la República del Ecuador.	122
5.8.1.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).	126
5.8.1.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	128
5.8.1.4. Código Orgánico del Ambiente.....	129
5.8.1.5. Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).	130
5.8.2. Plan de Prevención y Mitigación.....	130
5.8.2.1. Introducción.	130
5.8.2.2. Justificación.....	130
5.8.2.3. Objetivo.....	130
5.8.2.4. Meta.	131
5.8.2.5. Estrategia.....	131
5.8.2.6. Actividades de Prevención.....	131
5.8.2.7. Actividades de Mitigación.	131
5.8.2.8. Actores.	131
5.8.2.9. Cronograma de actividades y costos del Plan de Prevención y Mitigación.....	132
5.8.3. Plan de Contingencia	133
5.8.3.1. Introducción.	133
5.8.3.2. Justificación.....	133
5.8.3.3. Objetivo.....	133
5.8.3.4. Meta.	133
5.8.3.5. Estrategia.....	134
5.8.3.6. Actividades de Continencia	134
5.8.3.7. Actividades ante la Emergencia.	134
5.8.3.8. Actores.	134

5.8.3.9. Cronograma de actividades y costos del Plan de Prevención y Mitigación.	135
5.8.4. Plan de Relaciones Comunitarias	136
5.8.4.1. Introducción.	136
5.8.4.2. Justificación.....	136
5.8.4.3. Objetivo.....	137
5.8.4.4. Meta.	137
5.8.4.5. Estrategia.....	137
5.8.4.6. Actividades de relaciones comunitarias.....	137
5.8.4.7. Actores.	137
5.8.4.8. Cronograma de actividades y costos del Plan de Relaciones Comunitarias.	138
5.8.5. Plan de Seguimiento y monitoreo de la calidad de agua de la cuenca.....	139
5.8.5.1. Introducción.	139
5.8.5.2. Justificación.....	139
5.8.5.3. Objetivo.....	140
5.8.5.4. Meta.	140
5.8.5.5. Estrategia.....	140
5.8.5.6. Actividades de Seguimiento y control.....	140
5.8.5.7. Actores.	140
5.8.5.8. Cronograma de actividades y costos del Plan Seguimiento y Control.....	141
5.8.6. Resultados de la Encuesta Descriptiva de Carácter Social, Económico y Ambiental.....	142
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
6.1. Conclusiones	146
6.2. Recomendaciones	151
7. BIBLIOGRAFÍA.....	153
8. ANEXOS	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de las cuencas hidrográficas por su tamaño superficial.....	4
Tabla 2	Tipos de materiales utilizados en el análisis de la cuenca hidrográfica estudiada .	22
Tabla 3	Rangos aproximados del factor de forma	25
Tabla 4	Índice de Gravelius para la evaluación de la forma de la cuenca hidrográfica	26
Tabla 5	Rangos referenciados para la densidad de drenaje	31
Tabla 6	Rango de tiempos de concentración	31
Tabla 7	Valoración cualitativa para el estado del lugar de muestreo.....	48
Tabla 8	Índice de la estructura y naturalidad de la vegetación de la quebrada.....	48
Tabla 9	Índice de continuidad de la ribera de acuerdo a su estado físico	49
Tabla 10	Índice de conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	49
Tabla 11	Índice de evaluación de basuras y escombros.....	50
Tabla 12	Índice de naturalidad del canal fluvial	50
Tabla 13	Puntuación para la calidad hidromorfométrica de la ribera	51
Tabla 14	Puntuación para la calidad biológica del agua según el ABI	53
Tabla 15	Significado del índice de Shannon-Wiener por rangos	54
Tabla 16	Interpretación del índice de Simpson por la forma 1-DSi	56
Tabla 17	Criterios de calidad de suelo para parámetros generales	60
Tabla 18	Criterios de calidad de suelo para parámetros inorgánicos.....	60
Tabla 19	Criterios de calidad de suelo para parámetros orgánicos.....	61
Tabla 20	Parroquias identificadas en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	67
Tabla 21	Orden de la red hídrica de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	68
Tabla 22	Parámetros generales de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría...	68
Tabla 23	Parámetros de forma de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría ...	69
Tabla 24	Parámetros de relieve de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría ..	69
Tabla 25	Parámetros de la curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	70
Tabla 26	Parámetros de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	71
Tabla 27	Puntos del tramo longitudinal en la quebrada Cumbiteo	72
Tabla 28	Rangos de temperatura en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	74

Tabla 29 Tipos de clima presentes en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	75
Tabla 30 Taxonomía de suelos de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría...	75
Tabla 31 Rangos de pendientes del suelo de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	76
Tabla 32 Usos actuales del suelo de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	77
Tabla 33 Usos potenciales del suelo de la cuenca hidrográfica.....	79
Tabla 34 Áreas protegidas de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	80
Tabla 35 Especies de flora medicinal de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	81
Tabla 36 Especies de flora ornamental de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	81
Tabla 37 Especies de flora alimenticia de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	82
Tabla 38 Mastofauna de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	82
Tabla 39 Avifauna de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	83
Tabla 40 Establecimientos educativos en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	84
Tabla 41 Centros de salud en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	85
Tabla 42 Principales bienes patrimoniales religiosos en la parroquia Aloasí	91
Tabla 43 Zonas de los sistemas de producción en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	96
Tabla 44 Zonas ecológicas en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.....	97
Tabla 45 Zonas de uso múltiple en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría .	98
Tabla 46 Puntos de muestreo para el análisis de la calidad de agua por el ICA-NSF	98
Tabla 47 Resultados de los índices de calidad de agua ICA-NSF.....	105
Tabla 48 Caudales medidos en la quebrada Cumbiteo por cada muestreo	107
Tabla 49 Comparación de los parámetros medidos en campo con el Libro VI del TULSMA	109
Tabla 50 Comparación de los parámetros medidos en laboratorio con el Libro VI del TULSMA.....	110
Tabla 51 Puntos de muestreo para el análisis de la calidad de agua por el ABI.....	111
Tabla 52 Evaluación de la calidad hidromorfológica en la quebrada Cumbiteo	112
Tabla 53 Resultados de la calidad del agua mediante el índice biótico ABI.....	115

Tabla 54 Resultados de la abundancia de macroinvertebrados e índice de Shannon-Wiener	116
Tabla 55 Resultados de la abundancia de los macroinvertebrados e índice de Simpson..	118
Tabla 56 Caudales medidos en la quebrada Cumbiteo por cada muestreo del ABI	119
Tabla 57 Cronograma de actividades del Plan de Prevención y Mitigación	132
Tabla 58 Presupuesto del Plan de Prevención y Mitigación	132
Tabla 59 Cronograma del Plan de Contingencia	135
Tabla 60 Presupuesto del Plan de Contingencia	135
Tabla 61 Cronograma del Plan de Relaciones Comunitarias	138
Tabla 62 Presupuesto del Plan de Relaciones Comunitarias	138
Tabla 63 Cronograma del Plan de Seguimiento y Control.....	141
Tabla 64 Presupuesto del Plan de Seguimiento y Monitoreo	141
Tabla 65 Resultados de la Encuesta Descriptiva de Carácter Social, Económico y Ambiental	142
Tabla 66 Puntuación para las familias de macroinvertebrados acuáticos según el ABI ...	163
Tabla 67 Criterios de calidad de fuentes de aguas para consumo humano y uso doméstico	165
Tabla 68 Requisitos para el análisis de la calidad hidromorfológica según el ABI.....	184
Tabla 69 Requisitos para el análisis de la macroinvertebrados acuáticos según el ABI...	188
Tabla 70 Requisitos para el análisis de la línea base de la cuenca hidrográfica del BPU.	190
Tabla 71 Presupuesto para "Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible.".....	232
Tabla 72 Presupuesto para "Señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura".....	233
Tabla 73 Presupuesto para "Control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca"	234
Tabla 74 Presupuesto para "Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable"	235
Tabla 75 Presupuesto para "Operación de la planta de tratamiento de agua potable"	236
Tabla 76 Presupuesto para "Estudios de vulnerabilidad poblacional"	237
Tabla 77 Presupuesto para "Estudios de actividad sísmica y volcánica para la prevención de los deslizamientos de tierra y flujos piroclásticos hacia la parte de la quebrada y comunidades"	238
Tabla 78 Presupuesto para "Estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua para abastecimiento de la comunidad"	239

Tabla 79 Presupuesto para "Sistema de sirenas de alarmas para emergencias y chats comunitarios"	240
Tabla 80 Presupuesto para "Limpieza de las zonas afectadas"	240
Tabla 81 Presupuesto para "Tratamiento de eliminación de sustancias contaminantes" ..	242
Tabla 82 Presupuesto para "Información sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar"	243
Tabla 83 Presupuesto para "Incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos"	244
Tabla 84 Presupuesto para "Realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales"	245
Tabla 85 Presupuesto para "Capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos"	246
Tabla 86 Presupuesto para "Capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad"	247
Tabla 87 Presupuesto para "Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable"	248
Tabla 88 Presupuesto para "Vigilancia de las actividades productivas y gestión de residuos sólidos"	249
Tabla 89 Presupuesto para "Reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas"	250

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros de relieve	27
Figura 2	Tipos de curvas hipsométricas	29
Figura 3	Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	71
Figura 4	Perfil longitudinal de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría	73
Figura 5	Porcentaje de la población de la parroquia Aloasí según el sexo	83
Figura 6	Dotación del servicio de agua para consumo por las Juntas de Agua de Aloasí ..	86
Figura 7	Medios de descarga de aguas servidas en la parroquia Aloasí	87
Figura 8	Medios de eliminación de los desechos sólidos según el INEC	88
Figura 9	Medios de eliminación de los desechos sólidos según el Equipo Consultor	89
Figura 10	Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto	99
Figura 11	Variación espacial y temporal del potencial de hidrógeno	100
Figura 12	Variación espacial y temporal del cambio de temperatura	100
Figura 13	Variación espacial y temporal de la turbidez	101
Figura 14	Variación espacial y temporal de la DBO5	102
Figura 15	Variación espacial y temporal de la DQO	102
Figura 16	Variación espacial y temporal de los fosfatos	103
Figura 17	Variación espacial y temporal de los nitratos	104
Figura 18	Variación espacial y temporal de los sólidos totales disueltos	104
Figura 19	Variación espacial y temporal de los coliformes fecales	105
Figura 20	Variación del ICA-NSF en cada punto de muestreo realizado	107
Figura 21	Variación de los caudales en cada punto de muestreo y mes analizado	108
Figura 22	Mapa de Parroquias que Integran la Cuenca Hidrográfica del BPU	166
Figura 23	Mapa de Codificación de la Cuenca Hidrográfica del BPU por el Método de Pfafstetter	167
Figura 24	Mapa de la Red Hídrica y Orden de los Ríos de la Cuenca Hidrográfica del BPU	168
Figura 25	Mapa de Isoyetas de la Cuenca Hidrográfica del BPU	169
Figura 26	Mapa de Isotermas de la Cuenca Hidrográfica del BPU	170
Figura 27	Mapa de Zonas Climáticas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría	171
Figura 28	Mapa de Tipos de Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU	172

Figura 29 Mapa de Pendientes de Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU	173
Figura 30 Mapa de Uso de suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU	174
Figura 31 Mapa de Erosión del Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU	175
Figura 32 Mapa de Uso Potencial del Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU	176
Figura 33 Mapa de Áreas Protegidas de la Cuenca Hidrográfica del BPU	177
Figura 34 Mapa de Establecimientos Educativos de la Cuenca Hidrográfica del BPU ...	178
Figura 35 Mapa de Centros de Salud de la Cuenca Hidrográfica del BPU	179
Figura 36 Mapa de Red Vial de la Cuenca Hidrográfica del BPU	180
Figura 37 Mapa de Sistemas de Producción de la Cuenca Hidrográfica del BPU	181
Figura 38 Mapa de Ecología de la Cuenca Hidrográfica del BPU	182
Figura 39 Mapa de Zonas Urbanas de la Cuenca Hidrográfica del BPU.....	183
Figura 40 Asamblea de socialización de resultados obtenidos.....	199
Figura 41 Asamblea de socialización de resultados obtenidos por cada visita a la comunidad	199
Figura 42 Capacitación a la comunidad en conservación y manejo de recursos naturales	200
Figura 43 Planta de tratamiento de agua potable para consumo humano en el barrio Umbría	201
Figura 44 Captación hídrica del ojo de agua y la quebrada Cumbiteo “Agua Potable 1”	201
Figura 45 Equipos y materiales utilizados para la medición de parámetros in situ.....	202
Figura 46 Transporte de las muestras de agua tomadas en un cooler de espuma flex.....	202
Figura 47 Materiales y equipos utilizados en el laboratorio el análisis de la calidad de agua	203
Figura 48 Muestras de agua tomadas en cada punto definido para su análisis de calidad	203
Figura 49 Reactivos y disoluciones para determinar la DBO5 en cada muestra de agua tomada	204
Figura 50 Viales HANNA de bajo rango empleados para el análisis de la DQO	204
Figura 51 Análisis de la DBO5 en frascos Winkler dispuestas en la estufa eléctrica a 20 °C	205
Figura 52 Viales de bajo rango en el reactor HANNA HI 839800 a 150 °C	205
Figura 53 Estereoscopio con cámara digital para visualizar la imagen enfocada en vivo	206
Figura 54 Macroinvertebrados de la familia Chironomidae derivados de la orden díptera	206
Figura 55 Deforestación evidenciada en la vegetación nativa en las faldas del BPU	207
Figura 56 Incremento del área para pastoreo en las faldas del BPU	207

Figura 57 Resultados del análisis microbiológico en el mes de diciembre. Punto Agua Potable 1.....	208
Figura 58 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de diciembre. Agua Potable 1.....	209
Figura 59 Resultados del análisis microbiológico en el mes de diciembre. Punto Agua Potable 2.....	210
Figura 60 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de diciembre. Agua Potable 2.....	211
Figura 61 Resultados del análisis microbiológico en el mes de diciembre. Punto Agua Potable 3.....	212
Figura 62 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de diciembre. Agua Potable 3.....	213
Figura 63 Resultados del análisis microbiológico en el mes de enero. Punto Agua Potable 1.....	214
Figura 64 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de enero. Punto Agua Potable 1.....	215
Figura 65 Resultados del análisis microbiológico en el mes de enero. Punto Agua Potable 2.....	216
Figura 66 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de enero. Punto Agua Potable 2.....	217
Figura 67 Resultados del análisis microbiológico en el mes de enero. Punto Agua Potable 3.....	218
Figura 68 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de enero. Punto Agua Potable 3.....	219
Figura 69 Resultados del análisis microbiológico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 1.....	220
Figura 70 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 1.....	221
Figura 71 Resultados del análisis microbiológico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 2.....	222
Figura 72 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 2.....	223
Figura 73 Resultados del análisis microbiológico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 3.....	224

Figura 74 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 3	225
Figura 75 Resultados del análisis microbiológico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 1	226
Figura 76 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 1	227
Figura 77 Resultados del análisis microbiológico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 2	228
Figura 78 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 2	229
Figura 79 Resultados del análisis microbiológico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 3	230
Figura 80 Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 3	231

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo. 1	Puntuación ABI para las Familias de Macroinvertebrados.....	163
Anexo. 2	Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua	165
Anexo. 3	Mapas	166
Anexo. 4	Ficha de Campo de Calidad Hidromorfológica.....	184
Anexo. 5	Ficha de Campo de Macroinvertebrados.....	188
Anexo. 6	Encuesta Descriptiva de Carácter Social, Económico y Ambiental	190
Anexo. 7	Socialización con los Representantes de la Comunidad de Umbría.....	199
Anexo. 8	Sitio de Muestreo para la Determinación de la Calidad del Agua.....	201
Anexo. 9	Medición In Situ de Parámetros de la Calidad del Agua	202
Anexo. 10	Medición en Laboratorio de Parámetros de la Calidad del Agua	203
Anexo. 11	Instalación de Equipos e Identificación de Macroinvertebrados.....	206
Anexo. 12	Problemáticas Ambientales en la Zona de Estudio.....	207
Anexo. 13	Resultados de Laboratorio.....	208
Anexo. 14	Análisis de Precios Unitarios.....	232

RESUMEN

La investigación se desarrolla en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría ubicada entre las provincias de Pichincha y Cotopaxi, cuya área representativa es la parroquia Aloasí del cantón Mejía. El diseño experimental consiste en la aplicación del método deductivo e inductivo, basado en la información de tipo primaria y secundaria, recolectada en campo y oficina, y mediante el uso del software ArcGIS 10.5 y Google Earth Pro.

Como resultados, la calidad de agua analizada mediante el ICA-NSF en los puntos de muestreo “Agua Potable 1”, “Agua Potable 2” y “Agua Potable 3” es regular. En la quebrada Cumbiteo, se ubica la parte alta, media y baja de la cuenca, donde se evaluaron los puntos “Macroinvertebrados 1”, “Macroinvertebrados 2” y “Macroinvertebrados 3”, siendo el agua de calidad mala y regular. En una hectárea de bosque nativo no intervenido, el grado de contaminación es bajo debido a las actividades antropogénicas desarrolladas; además, el grado de conservación corresponde a seis especies nativas del estrato arbóreo pertenecientes a las categorías No Evaluada, Preocupación Menor y No Evaluada; y la biodiversidad en la subparcela definida es media de acuerdo al índice de Shannon-Wiener.

El plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica plantea alternativas sostenibles en el aprovechamiento y uso responsable del recurso hídrico para el abastecimiento de agua de consumo humano en los Barrios Occidentales de Aloasí, a través de los planes de “Prevención y Mitigación”, “Contingencia”, “Relaciones Comunitarias”, “Seguimiento y Monitoreo de la Calidad de Agua”, propuestos para la comunidad de interés.

Palabras claves: cuenca hidrográfica, quebrada, contaminación, biodiversidad, sostenibles

ABSTRACT

The research is carried out in the hydrographic basin of the Umbria Protected Forest located between the provinces of Pichincha and Cotopaxi, whose representative area is the Aloasí parish of the Mejía canton. The experimental design consists of the application of the deductive and inductive method, based on primary and secondary information, collected in the field and in the office, and through the use of ArcGIS 10.5 software and Google Earth Pro.

As a result, the quality of the water analyzed by the ICA-NSF in the sampling points "Drinking Water 1", "Drinking Water 2" and "Drinking Water 3" is fair. In the Cumbiteo creek, the upper, middle and lower part of the basin is located, where the points "Macroinvertebrates 1", "Macroinvertebrates 2" and "Macroinvertebrates 3" were evaluated, the water being of poor and regular quality. In one hectare of non-intervened native forest, the degree of contamination is low due to the anthropogenic activities developed; in addition, the degree of conservation corresponds to six native species of the arboreal stratum belonging to the categories Not Evaluated, Least Concern and Not Evaluated; and the biodiversity in the defined subplot is average according to the Shannon-Wiener index.

The comprehensive management plan of the hydrographic basin proposes sustainable alternatives in the responsible use and use of water resources for the supply of water for human consumption in the western neighborhoods of Aloasí, through the plans of "Prevention and Mitigation", "Contingency", "Community Relations", "Follow-up and Monitoring of Water Quality", proposed for the community of interest.

Keywords: hydrographic basin, creek, pollution, biodiversity, sustainabl

1. INTRODUCCIÓN

La República del Ecuador en el año 2012 suscribió un contrato para el desarrollo del Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas y Microcuencas Hidrográficas, entre la Secretaría Nacional del Agua y el Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research, permitiendo así, el fortalecimiento de las medidas estructurales y no estructurales para regular el control y protección del recurso agua. Por lo que, presenta nueve demarcaciones hidrográficas implantadas en cuatro niveles, según la clasificación de Pfafstetter (Yáñez et al., 2017).

El Bosque Protector Umbría cuenta con una extensión de 1.527 hectáreas para la protección de la cuenca que compone el sistema de aprovechamiento de agua para consumo humano mediante el método de cloración a gas, y la gestión es realizada por la Junta de Agua para los Barrios Occidentales por medio de la intercepción de dos principales fuentes hídricas, es decir, del ojo natural de agua situado al interior del Bosque y de la quebrada Cumbiteo.

En la actualidad, es una zona que presenta un alto grado de fragmentación y reducción de áreas naturales a causa del sobrepastoreo, tala de especies nativas que provoca la erosión del suelo, disminución de los caudales ecológicos y riego del suministro actual (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

Por lo que, el presente estudio tiene como fin establecer un sistema de gestión ambiental para la protección de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría a partir de la formulación de un plan de manejo integral de acuerdo al diagnóstico socio-ambiental en el que se encuentra actualmente la cuenca, debido a que únicamente queda 20 hectáreas de bosque nativo no intervenido (Gallardo, 2018).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Establecer un sistema de gestión ambiental para la protección de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría a partir de la formulación de un plan de manejo integral.

2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado socio-ambiental en el que se encuentra la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.
- Integrar información para la elaboración del sistema de gestión ambiental de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.
- Plantear alternativas sostenibles para el manejo y uso responsable del recurso hídrico para el abastecimiento de agua para consumo humano en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Cuenca Hidrográfica

La cuenca es un todo, funcionalmente indivisible e independiente; donde se interrelacionan el subsistema social, económico, político, ambiental, cultural y tecnológico; respecto al tiempo y espacio donde se sitúen. Según Jiménez (2005) implica la interconexión entre el manejo y gestión integral de los recursos, y el aprovechamiento sostenible de las potencialidades del recurso agua como elemento integrador del sistema.

3.1.1. Zonas

- **Alta.** Comprende altitudes entre 3.000 y 6.500 m.s.n.m., dónde se almacena la mayor cantidad de agua en forma de nevados o precipitación pluvial intensa y abundante.
- **Media.** Comprende altitudes entre 800 y menor a 3.000 m.s.n.m., correspondiente a la zona de valles interandinos, cuya función está relacionada con el escurrimiento del agua, cuenta con la presencia de pequeñas ciudades aledañas.
- **Baja.** Comprende desde el nivel del mar hasta 800 m.s.n.m., correspondiente a valles costeros, donde se lleva a cabo intensa la actividad agropecuaria.

3.1.2. Clasificación

De acuerdo con Campos Aranda (1998) es posible la clasificación de las cuencas hidrográficas por su tamaño superficial, así como se muestra en la Tabla 1 la categorización correspondiente.

Tabla 1*Clasificación de las cuencas hidrográficas por su tamaño superficial*

Categoría	Superficie (Km²)
Microcuenca	< 25
Cuenca Pequeña	25 a 250
Cuenca intermedia - pequeña	251 a 500
Cuenca intermedia - grande	501 a 2.500
Cuenca grande	2.501 a 5.000
Cuenca muy grande	> 5.000

Nota. Tomado de Campos Aranda (1998, p. 61).

3.1.3. Parámetros Generales

3.1.3.1. Área (A).

Es la superficie medida en kilómetros cuadrados enmarcada por la línea divisoria de aguas, la misma que contiene los puntos de máxima cota entre cuencas hasta el punto de cierre de la cuenca hidrográfica (Monsalve, 2002).

3.1.3.2. Perímetro (P).

Es la medición del polígono que forma la cuenca hidrográfica medida en kilómetros.

3.1.3.3. Longitud de la Cuenca (L).

Es la distancia horizontal medida en kilómetros a partir del punto de la desembocadura de la cuenca hasta el punto que corta la línea de contorno de la cuenca con el cauce principal aguas arriba (Monsalve, 2002).

3.1.3.4. Longitud del Cauce Principal (L_c).

Es el trayecto horizontal de la cuenca hidrográfica medido en kilómetros, tomado a lo largo del cauce principal, entre el punto de salida y el límite definido para la cuenca (Monsalve, 2002).

3.1.3.5. Ancho de la Cuenca (W).

Es la relación que existe entre el área de drenaje y la longitud de la cuenca, medida en kilómetros (Villón, 2002).

3.1.3.6. Altura Máxima (h máx.).

Es el valor de la cota más alta que ha sido identificada a la cual se halla la línea divisoria de la cuenca hidrográfica en estudio, medida en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

3.1.3.7. Altura Mínima (h mín.).

Es el valor de la cota más baja sobre el cual la cuenca desagua y establece su parte final, de igual manera es medida en m.s.n.m.

3.1.3.8. Desnivel Altitudinal (DA).

Es el resultado de la diferencia entre la cota más alta y la más baja encontradas en la cuenca hidrográfica (Ibañez Asensio et al., 2011).

3.1.4. *Parámetros de Forma*

3.1.4.1. Factor de Forma de Horton (K_f).

Corresponde a la razón entre el área de la cuenca y el cuadrado de la longitud del cauce principal del exutorio a la cabecera más distante, para lograr medir que tan alargada puede ser la cuenca (Ibañez et al., 2011).

3.1.4.2. Coeficiente De Gavelius (K_C).

Es un coeficiente adimensional de la forma de la cuenca cuya relación entre el perímetro de la cuenca estudiada, y el perímetro de un círculo de área igual a la de la cuenca descrita (Ibañez et al., 2011).

3.1.5. *Parámetros de Relieve*

3.1.5.1. Pendiente Media del Cauce Principal (j).

Es la relación entre el desnivel altitudinal existente entre los extremos del cauce y la longitud del mismo (Ibañez et al., 2011).

3.1.5.2. Pendiente Media de la Cuenca (J).

Se calcula como media ponderada de todas las pendientes de las superficies donde se ha considerado la máxima pendiente (Ibañez et al., 2011).

3.1.5.3. Curva Hipsométrica.

Indica el porcentaje de superficie de la cuenca hidrográfica que existe por encima de una determinada cota (Guerra y González, 2002).

3.1.5.4. Altura Media de la Cuenca (H).

Es la elevación promedio que se refiere al nivel de la estación de aforo de la boca de la cuenca (Ibañez et al., 2011).

3.1.6. *Parámetros de la Red de Drenaje*

3.1.6.1. Perfil Longitudinal.

Es la representación gráfica de la línea que traza un curso desde su origen hasta su desembocadura, en donde se aprecian las diferentes competencias del flujo (Ibañez et al., 2011).

3.1.6.2. Jerarquización de la Red Fluvial.

De acuerdo con Ibañez Asensio et al. (2011) la red fluvial se fundamenta en los siguientes principios:

- Canales de primer orden que son los menores identificables caracterizados por drenajes intermitentes.

- Canales de segundo orden que son formados por la confluencia de dos canales de primer orden. Este criterio es aplicado para los demás ordenes de los canales, donde la confluencia de dos canales de orden (i), recae en un canal de orden (i+1) aguas abajo.
- El orden de un canal, en donde uno de orden menor se encuentra con uno de orden mayor, el canal aguas abajo mantiene el mayor de los dos órdenes.
- El orden de la cuenca es designado a partir del orden del río que pasa por el exutorio.

3.1.6.3.Densidad de Drenaje (D_d).

Es la relación entre la longitud de todos los cursos de agua expresada en unidades de kilómetros y el área total de la cuenca estudiada en unidades de kilómetros al cuadrado (Ibañez et al., 2011).

3.1.6.4.Tiempo de Concentración.

De acuerdo con Villón (2002) es aquella unidad de tiempo mínima que resulta necesaria para que todos los puntos en la cuenca se encuentren aportando el agua de escorrentía al punto de salida o desagüe simultáneamente.

3.1.7. Factores Abióticos

3.1.7.1.Geomorfología.

Es la ciencia que estudia todas las formas superficiales de la tierra de manera sistemática, agrupando por su aspecto externo diversas formas de relieve para comprender el proceso de evolución que ha sufrido la superficie terrestre a lo largo del tiempo (Albarracín, 2019).

3.1.7.2.Clima.

Es el conjunto de todos los fenómenos meteorológicos que se presentan en una zona y tiempo determinado, siendo influenciados fundamentalmente por la latitud, altitud, relieve,

y otros factores como la temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación y evapotranspiración (Moya, 2006).

3.1.7.3.Hidrología.

Es la ciencia que se encarga de estudiar la distribución espacial y temporal, y las propiedades del recurso hídrico en una zona determinada (Bravo, 2019).

3.1.7.4.Edafología.

De acuerdo a Montaña et al. (2018) es la ciencia que se encarga del estudio del suelo considerando importantes aspectos como su morfología, composición, propiedades, taxonomía, utilidad, distribución, recuperación y conservación.

3.1.8. Factores Bióticos

3.1.8.1.Flora.

Se refiere al conjunto de productores primarios que actúan como reservorios naturales acorde al tipo de vegetación existente, y a la vez se relacionan con otros componentes bióticos y abióticos en una cuenca hidrográfica (Bravo, 2019).

3.1.8.2.Fauna.

Se refiere al conjunto de especies presentes de acuerdo a los pisos zoogeográficos y condiciones naturales en una cuenca hidrográfica, las cuales forman poblaciones integradas a comunidades (Bravo, 2019).

3.1.9. Factores Socioeconómicos y Culturales

El análisis de los factores socioeconómicos y culturales consideran determinados aspectos como: análisis demográfico, análisis económico, aspectos culturales y zonas de recreación, costumbres y tradiciones nativas, nivel educativo, obras de infraestructura, sistemas de comunicación, organización social, patologías sociales, patrimonio arqueológico e histórico, recursos arquitectónicos, salud pública (SENA, 1999).

3.1.10. Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas

Recurre al diseño de un modelo de gestión, en el cual se describen diversos elementos que componen al sistema natural en estudio como el suelo, agua, cobertura vegetal, estratos geológicos, entre otros (Hartley, 2007).

Cotler et al. (2013) describen los requerimientos para la gestión integrada de una cuenca, los cuales son: el conocimiento del impacto que causan los sistemas de producción y la comunidad; disposición de un marco institucional estable para dirigir los procesos y compromisos impuestos por todas las partes involucradas; disposición de elementos o instrumentos financieros, legales, políticos para solucionar conflictos, mejorar e impulsar la participación de la comunidad en la cuenca.

3.1.10.1. Importancia.

Sustenta dos acciones complementarias para el manejo integral, es decir, la primera se orienta al aprovechamiento de los recursos naturales existentes; y la otra acción es el manejo de dichos recursos para su conservación, recuperación y protección, cuya intención trate de asegurar la mayor sustentabilidad de la naturaleza reconociendo el componente ambiental, socioeconómico, cultural y político (FAO, 2007).

3.1.10.2. Parámetros Ambientales.

Garantizan la conservación de los ecosistemas y de los recursos naturales asociados, reduciendo diversos elementos que provoquen o conlleven vulnerabilidad ambiental, y no pueden ser sustituidos por bienes elaborados por el ser humano (Tetreault, 2004).

3.1.10.3. Parámetros Sociales.

Presentan elevados niveles de aceptación y participación en los diferentes grupos de interés dentro de la zona de estudio seleccionada, para lo cual, es menester motivar una

educación ajustada a la adopción de prácticas direccionadas con la conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos en conjunto (FAO, 2007).

3.1.10.4. Parámetros Económicos.

De acuerdo con Vázquez et al. (2016) las medidas adoptadas deben permitir la generación de ingresos y rendimientos económicos obtenidos por los bienes o servicios ambientales que generen. Así como el respeto a la calidad de vida de los habitantes intentando reducir los riesgos asociados a los medios de producción.

3.1.11. Manejo de Cuencas en Ecuador

El enfoque para el manejo de cuencas hidrográficas en el Ecuador se orienta al control de dificultades respecto al suministro del recurso hídrico destinado para la generación hidroeléctrica, riego y consumo humano, concluyendo así, que el desarrollo sostenible en cuencas hidrográficas involucra conservar el equilibrio entre la preservación de los recursos naturales con actividades de producción y, uso de bienes y servicios que es apto para su producción (Albarracín, 2019).

3.1.11.1. Problemática en el Uso y Manejo.

El inadecuado e insuficiente uso y manejo de los recursos naturales existentes en una cuenca hidrográfica conlleva diversos problemas de considerable impacto y repercusión, es decir, según Albarracín (2019) debido a la acción humana ocasiona la pérdida de suelos, incremento en el escurrimiento superficial, reducción en la capacidad de retención de agua, alteración en el ciclo hidrológico.

3.2. Disponibilidad del Agua

Chamba y Guallasamín (2015) reiteran sobre la disponibilidad del agua, la cual radica en la conservación que se proporcione a los páramos, pero éstos por acción del ser humano,

se han visto afectos por el avance de la frontera agrícola, pastoreo intensivo, deforestación y quemas frecuentes

3.2.1. Hidrometría del Agua

Es la parte aplicada de la hidrodinámica que desarrolla los métodos de medición para obtener la velocidad, caudal y las fuerzas en movimiento de los líquidos en diferentes fases operativas, desde que se extrae de abastecimiento hasta el punto de entrega final, con lo cual permitirá alcanzar importantes beneficios de carácter técnico, económico y ambiental (Ortega, 2012).

3.2.2. Medición de Caudal

Según Ortega (2012) describe que es la base para el manejo eficiente del recurso hídrico en las fases de extracción, conducción y distribución, puede ser realizada en corrientes naturales como en ríos, que son los encargados de aportar agua a las presas y canales de derivación.

3.2.3. Método Volumétrico

Consiste en medir el tiempo que demora el agua en llenar un recipiente de volumen conocido (Alvarado, 2017).

3.2.4. Muestreo de Agua

Determina la calidad del recurso hídrico y prevención de enfermedades que afecte directamente a la población circundante, a partir de cambios o alteraciones observadas en ríos o quebradas a través de observaciones, estudios y posteriores registros del agua, fauna acuática, y zona de vegetación a la ribera que lo rodea (Ortega, 2012).

3.2.5. *Recolección de Muestras*

Consiste en obtener una parte representativa de la zona de estudio, como por ejemplo cuerpos de agua, para analizar posteriormente las variables fisicoquímicas y microbiológicas en el laboratorio que indiquen la calidad de agua tomada (APHA et al., 1992).

3.2.6. *Tipos de Muestras*

Se divide en muestra simple, que representa la composición del cuerpo de agua original para el sitio determinado, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó la toma de muestra; muestra compuesta que representa a una combinación de muestras simples tomadas en el mismo sitio, pero en diferentes tiempos; y muestra integrada que se refiere a una mezcla de muestras puntuales que representan varios puntos de una sección, o lo más cercanas posible (APHA et al., 1992).

3.2.7. *Métodos de Muestreo*

Existe el muestreo manual que recolecta las muestras en sitios y tiempos determinados por la acción de una persona entrenada que requiere un desplazamiento continuo con equipos y materiales necesarios para generar las muestras simples o compuestas; y el muestreo automático que permite reducir el error humano, a través de equipos que obtienen muestras compuesta proporcionales al flujo y a intervalos previamente programados (APHA et al., 1992).

3.2.8. *Control y Vigilancia del Muestreo, Preservación y Análisis*

El control y vigilancia para la calidad es una serie de procedimientos que coadyuvan para la precisión y exactitud de los resultados analíticos, dentro de la metodología de análisis (Hinojoza, 2018).

3.3. Índice de la Calidad de Agua (ICA-NSF)

Samboni et al. (2007) mencionan que puede ser empleado en cualquiera de los demás índices de calidad de agua que existen, utilizándose así para medir las alteraciones por contaminación en varios tramos específicos en los ríos a través del paso del tiempo, y comparando su calidad entre diferentes tramos de los mismos.

3.3.1. Calidad Fisicoquímica

3.3.1.1.Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Se refiere a la cantidad de oxígeno para estabilizar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias a 5 días de incubación, que en condiciones normales de laboratorio se cuantifica a 20 grados centígrados (Romero, 2005).

3.3.1.2.Demanda Química de Oxígeno (DQO).

De acuerdo a Romero (2005) “mide el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, que comúnmente es el dicromato de potasio, en un medio ácido y a alta temperatura”(p.54).

3.3.1.3.Fosfatos.

Se derivan del ácido fosfórico en forma de sales o ésteres, por lo que tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno de manera tetraédrica (APHA et al., 1992).

3.3.1.4.Nitratos.

Se obtienen por la rápida acción de descomposición de las bacterias en medio aerobio a partir del nitrógeno orgánico (Romero, 2005).

3.3.1.5.Oxígeno Disuelto.

Es la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en el agua requerido para la vida acuática aerobia (Romero, 2005).

3.3.1.6.Potencial de Hidrógeno (pH).

Muestra la concentración del ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar del ion hidrógeno (Romero, 2005).

3.3.1.7.Sólidos Disueltos Totales.

Representan el material soluble y coloidal que se encuentra en el agua, y usualmente se obtiene por remoción, oxidación biológica o coagulación y sedimentación, con un tamaño menor a 1,2 micrómetros (Romero, 2005).

3.3.1.8.Temperatura.

De acuerdo a Romero (2005) es el parámetro físico más importante que se puede medir en el agua debido a que afecta y altera la vida acuática, modificando la concentración de saturación de oxígeno disuelto, y la velocidad de las reacciones químicas y actividad bacterial.

3.3.1.9.Turbidez.

Constituye una medida óptica del material suspendido en el agua, mientras mayor sea, más alta será la turbidez y, por tanto, su calidad se reducirá (Chamba y Guallasamín, 2015).

3.3.2. Calidad Microbiológica

3.3.2.1.Coliformes Fecales.

Forman parte de un grupo de las bacterias empleadas como indicadoras de contaminación son las bacterias coliformes totales que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas, por ejemplo, el *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Escherichia coli*, ésta última es la única bacteria de origen fecal, desarrollada en el intestino del ser humano y animales (APHA et al., 1992).

3.3.3. *Curvas de Función*

De acuerdo a Quiroz et al. (2017) la resultante de un conjunto de curvas que han sido promediadas por expertos, es una curva media para cada parámetro con un límite de confianza del 80% sobre este valor promedio con su valor de Q respectivamente. (*Ver Anexo 8.1. Curvas de función de parámetros para el ICA-NSF*).

3.4. Índice Biótico Andino (ABI)

Indica la calidad de agua y la integridad ecológica del río, riachuelo o quebrada andinos, de manera cualitativa aplicándose a una altura superior a los 2.000 m.s.n.m., está basado en el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) que utiliza valores para el nivel taxonómico en la familia de macroinvertebrados presentes en un sitio (Alomía et al., 2017).

3.4.1. *Macroinvertebrados Acuáticos*

Según Roldán (2016) define a los macroinvertebrados como organismos que se pueden ver a simple vista, es decir, son aquellos que tienen un tamaño superior a 0,5 milímetros de longitud y se desarrollan en un ambiente acuático al menos una parte de su ciclo de vida.

3.4.2. *Recolección de Muestras*

Consiste en recoger la mayor diversidad posible de macroinvertebrados, considerando los hábitats y microhábitats en cada lugar y punto de muestreo debido a la existencia de diferentes métodos que varían de acuerdo al sustrato o al tipo de investigación (Ramírez, 2010).

3.4.3. *Técnica de Recolección*

La técnica de la red surber es la más utilizada debido a su facilidad de uso, bajo costo y captura una parte diferente de la comunidad de macroinvertebrados en comparación con

otros métodos, de acuerdo al tipo de sustrato. Esto permite un adecuado muestreo cuantitativo, con la única desventaja que requiere mayor tiempo para el procesamiento en el laboratorio. Cabe recalcar la importancia de definir correctamente los objetivos de estudio y considerar las ventajas y desventajas de cada una de las diversas técnicas (Ramirez, 2010).

3.4.4. *Calidad del Agua*

3.4.4.1. Calidad Hidromorfométrica.

Evalúa el estado de las masas de agua, el cual condiciona a los hábitats y microhábitats fluviales; y por tanto a los indicadores bióticos como son los macroinvertebrados, peces, entre otros involucrados (Aparicio et al., 2015).

3.4.4.2. Calidad Biológica.

Evalúa la calidad del agua mediante la composición y estructura de las comunidades de organismos que viven en los hábitats y microhábitats del recurso hídrico. Es decir, entre mayor biodiversidad presenta un cuerpo de agua será mejor su calidad biológica (Sánchez et al., 2018).

3.4.5. *Índices de Biodiversidad*

3.4.5.1. Índice de Shannon-Wiener.

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar dentro de la unidad de muestra (Magurran, 2004).

3.4.5.2. Índice de Simpson.

Mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar de una población provengan de la misma especie, y su inverso representa la equidad (Moreno, 2001).

3.5. Análisis y Evaluación del Suelo

3.5.1. Muestreo de Suelo

Es una actividad de recolección del material que forma el suelo, de manera que la muestra deberá ser representativa del área en donde se desea analizar, tomando en cuenta la variabilidad del mismo, el manejo, transporte y tratamiento (Mendoza y Espinoza, 2017).

3.5.2. Tipo de Muestra

Mendoza y Espinoza (2017) definen a la muestra simple como aquella que se obtiene de una sola extracción de suelo colectada en un tiempo definido y en un lugar particular.

3.5.3. Diseño de Muestreo

3.5.3.1. Método de Cuadrícula.

Divide el campo en proporciones iguales de forma cuadrangular, dependiendo del área que se va a muestrear; y de la exactitud y representatividad que se desea conseguir (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA ANDALUCÍA, 1999). Por lo tanto, no es recomendable el muestreo compuesto, puesto a que el tipo de muestra que se obtiene y se analiza es simple.

3.5.4. Análisis Físico de Muestras

3.5.4.1. Textura.

Se refiere a la proporción relativa por tamaños de partículas de arena, limo y arcilla en un volumen de suelo dado. Además, por medio de ésta se puede predecir el comportamiento físico del suelo, haciendo inferencias acerca de la cantidad de agua en el perfil, de la facilidad de manejo y la cantidad de macronutrientes y micronutrientes (Gómez, 2013).

3.5.4.2.Humedad.

Define como la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra del suelo después de haber sido secada a un peso constante o también se puede expresar como el contenido de agua presente en su espacio poroso (Chocobar et al., 2013).

3.5.4.3.Densidad Aparente.

Se define como la relación entre la masa del suelo por unidad de volumen y éste incluye la relación entre las partículas sólidas y el espacio poroso, el cual, además indica el grado de compactación del suelo (Rubio, 2010).

3.5.5. *Análisis Químico de Muestras*

3.5.5.1.pH del Suelo.

Indicador principal en la disponibilidad de nutrientes, concentración de sales, movilidad, disponibilidad y de otros contribuyentes orgánicos e inorgánicos y contaminantes presentes en el suelo (INEGI, 2000).

3.5.5.2.Materia Orgánica.

Fracción del suelo que se compone de tejido vegetal o animal en diferentes etapas de descomposición, y tiene como principal componente el carbono, al cual le acompañan numerosos elementos en proporciones inferiores (Gómez, 2013).

3.5.5.3.Conductividad Eléctrica.

Permite establecer una estimación aproximada cuantitativa de la cantidad de sales que contiene, es decir, mide la capacidad de la solución suelo-agua para transportar una corriente eléctrica (Gómez, 2013).

3.5.5.4.Capacidad de Intercambio Catiónico.

Fenómeno de superficie que confiere al suelo la característica de acumular nutrientes; el cual, involucra a aquellos compuestos de potasio, calcio, magnesio y sodio, que,

perteneciendo a la fase sólida, pasa a formar parte de la solución del suelo debido a su movilidad y solubilidad (INEGI, 2000).

3.5.6. Contaminación del Suelo

Rodriguez et al. (2019) definen a la contaminación del suelo como la presencia de un químico o una sustancia presente en una concentración más alta de la normal, que muestra efectos desfavorables sobre cualquier organismo al que no está destinado (p.3).

3.5.7. Tipos de Contaminación

3.5.7.1. Puntual.

Es aquel evento específico dentro de un área determinada, en la que los contaminantes son liberados al suelo y la fuente e identidad de la contaminación son fáciles de localizar, identificar, monitorear y controlar (Rodriguez et al., 2019).

3.5.7.2. Difusa.

La contaminación difusa es aquella que se propaga por áreas muy extensas, cuya fuente no se localiza en un punto determinado, razón por la cual, es difícil de analizar y puede ser difícil de monitorear y delimitar su extensión espacial (Rodriguez et al., 2019).

3.5.8. Fuentes de los Contaminantes

3.5.8.1. Biogénica Natural.

Es aquella fuente que emite contaminantes atmosféricos que no provienen directamente de las actividades humanas, incluye emisiones de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV_s) que son producidas por los bosques o cultivos; así como también, las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NO_x) que provienen del suelo (Rodriguez et al., 2019).

3.5.8.2. Antropogénica.

Es aquella fuente de contaminación producida por el ser humano cuyas principales fuentes son los químicos utilizados o producidos de las actividades industriales, desechos

domésticos, municipales, incluyendo las aguas residuales, agroquímicos y productos derivados del petróleo (Rodríguez et al., 2019,p.7).

3.5.9. Consecuencias de la Contaminación

La contaminación provoca una reacción en cadena alterando la biodiversidad del suelo por medio de la disminución de la materia orgánica. Razón por la cual, la contaminación de este recurso natural es devastadora, no solo para el medio ambiente, sino para todas las formas de vida a las que puede llegar a afectar e indica un elevado coste económico a través de la reducción del rendimiento y calidad de los cultivos (FAO, 2018).

3.5.10. Conservación y Diversidad Arbórea

3.5.10.1. Bosque Siempreverde Montano Alto.

Se extiende extendiéndose desde los 3.000 a 3.400 m.s.n.m en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes, su presencia es evidenciada como fragmentos o parches relegados a las quebradas o en laderas montañosas con una topografía accidentada, con pendientes de empinado o escarpado (Baquero et al., 2004).

3.5.10.2. Estratificación.

Según Hofstede et al. (1998) el bosque siempreverde montano alto es uno de los ecosistemas más diversos en plantas vasculares del planeta, sólo superado por el bosque húmedo tropical. Sin embargo, se han realizado varios estudios para dar una estratificación a este tipo de bosque, que por razones de deforestación no asegura estudiarlo con seguridad.

3.5.10.3. Beneficio.

De acuerdo con Cargua (2017) los ecosistemas ofrecen procesos ecológicos de manera natural a la sociedad y pueden valorarse económicamente en base a los beneficios que brindan.

3.5.11. Identificación de Especies Vegetales

3.5.11.1. Muestreo sistemático.

Consiste en diseñar estrategias para coleccionar muestras de acuerdo al criterio del equipo investigador. Por lo general, está orientado al muestreo simple al azar (MSA) por su facilidad para el establecimiento en el terreno, y el tamaño de muestra se limita por situaciones de tiempo y economía (Vallejo et al., 2005).

3.5.11.2. Parcelas Permanentes.

Varios estudios definen a las parcelas como una superficie de terreno debidamente delimitada y georreferenciada, en donde se registran datos ecológicos y dasométricos para detectar los cambios espaciales y temporales de la vegetación. Es decir, es una herramienta para el manejo e investigación de la dinámica de los bosques en su estado natural y no intervenido, promoviendo la conservación de la diversidad que proporciona y el uso sostenible de los recursos naturales (Vallejo et al., 2005).

3.5.11.3. Estado de Conservación de Especies Arbóreas.

Lasluisa (2015) define al estado o grado de conservación como un indicador que “consiste en establecer la presencia de especies protegidas por la ley en el área de estudio” (p.139). De modo que existen varias categorías para determinar el estado de conservación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Se clasificó los tipos de materiales en la Tabla 2, específicamente en recursos humanos, recursos materiales y técnicos e insumos.

Tabla 2

Tipos de materiales utilizados en el análisis de la cuenca hidrográfica estudiada

Recursos humanos	Recursos materiales y técnicos	Insumos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Miembros de la junta administrativa de agua de los Barrios Occidentales de Aloasí ▪ Auxiliares de laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur ▪ Docente tutor ▪ Docente cotutor ▪ Tesistas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ GPS tipo GIS ▪ Jalones ▪ Balde aforado ▪ Coolers ▪ Botellas PET esterilizadas de 1 galón ▪ Vaso de plástico con rosca de 100 ml ▪ Guantes de látex ▪ Estacas de madera ▪ Alcohol al 70% ▪ Agua destilada ▪ Fundas ziploc ▪ Cernidor ▪ Red surber ▪ Cronómetro digital ▪ Pinzas metálicas ▪ Tubos eppendorf de 10 ml ▪ Termómetro de mercurio ▪ Peachímetro HI-98129 Combo HANNA ▪ Oxímetro SevenGO METTLER TOLEDO ▪ Turbidímetro TB-200 orbeco HELLIGE 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Computadoras portátiles ▪ Marcador de tinta permanente ▪ Cinta adhesiva ▪ Libreta de campo ▪ Ficha técnica de registro ▪ Esferográficos ▪ Lápices ▪ Encuestas ▪ Tablero ▪ Material bibliográfico ▪ Resultados de análisis de calidad de agua ▪ Folders

Nota. Esta tabla muestra los materiales que han sido empleados en el presente estudio. Elaborado por Simba y Cortés (2020).

4.2. Métodos

Se utilizó el método inductivo que trabaja con premisas específicas para alcanzar una conclusión general; y el método deductivo, que usa fundamentos de manera general para obtener una conclusión específica.

4.2.1. Recopilación de Información

4.2.1.1. Información Primaria.

Los datos recolectados en campo fueron obtenidos mediante la aplicación de fichas de campo, entrevistas a los habitantes de la zona de estudio y encuestas descriptivas de carácter social, económico y ambiental.

4.2.1.2. Información Secundaria.

La recopilación de bibliografía se realizó mediante fuentes virtuales y físicas; además, se procesó la información a partir de los datos que se adquirió en la información primaria.

4.2.2. Proceso de muestreo

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad que se encuentra en la cuenca del Bosque Protector Umbría, cantón Mejía. De esta forma, el tamaño de la muestra, se estableció a partir de los datos de los números de conexiones de agua los cuales fueron proporcionados por la Junta de Agua Potable de los Barrios Occidentales de Aloasí. De acuerdo a esta información, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de muestras para poblaciones finitas, para definir el número de encuestas a realizar:

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

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = total de la población

Z = nivel de confianza

e = error estándar

p = probabilidad favorable

q = probabilidad desfavorable

4.2.3. Ubicación Territorial

El área de estudio correspondió a la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría, donde se visualizó y apreció el territorio de manera más efectiva y concreta a través del software ArcGIS versión 10.5 y Google Earth Pro. (Ver Anexo 8.5.1. Mapa de parroquias que integran la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría).

4.2.4. Delimitación y Codificación de la cuenca hidrográfica

Se delimitó mediante la utilización de las capas de información geográfica a nivel nacional, las mismas que fueron obtenidas del Instituto Geográfico Militar (IGM) de libre acceso en escala 1:50.000 en formato shapefile (Ver Anexo 8.5.2. Mapa de codificación de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría por el Método de Pfafstetter).

4.2.5. Caracterización Morfométrica de la Cuenca

4.2.5.1. Parámetros Generales.

Se ingresó los archivos obtenidos de la delimitación y codificación del área de estudio en formato shapefile, al cual se adicionó una nueva columna en la sección donde se encuentra la tabla de atributos para calcular los parámetros de área, perímetro, longitud de la cuenca, longitud del cauce principal, longitud y ancho de la cuenca, altura máxima y mínima, y desnivel altitudinal mediante la herramienta “Calculate Geometry” en el ArcGIS 10.5.

4.2.5.2. Parámetros de Forma.

Factor de Forma de Horton (Kf). Para el cálculo del coeficiente de forma, de acuerdo con Rodrigues y Cerignoni (2015) se aplicó la siguiente ecuación:

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

Donde:

K_f : factor de forma;

A: área de la cuenca;

L: longitud de la cuenca.

Posteriormente, se empleó los rangos aproximados establecidos en la Tabla 3, respecto el criterio de la metodología de Horton (Pérez, 1979).

Tabla 3

Rangos aproximados del factor de forma

Forma de la cuenca	Factor de forma
Muy alargada	< 0.22
Alargada	0.22 – 0.30
Ligeramente alargada	0.30 – 0.37
Ni alargada ni ensanchada	0.37 – 0.45
Ligeramente ensanchada	0.45 – 0.60
Ensanchada	0.60 – 0.80
Muy ensanchada	0.80 – 1.20
Rodeando el desagüe	> 1.20

Nota. Tomado de Pérez (1979).

4.2.5.2.1. Coeficiente de Compacidad de Gravelius (K_c).

Se estableció la relación entre los perímetros de la cuenca hidrográfica y el de una circunferencia, con la finalidad de representar la forma de la superficie que presenta la cuenca según su delimitación e influencia sobre escurrimientos (Gaspari et al., 2013). Para lo cual, se aplicó la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Donde:

K_c : coeficiente de compacidad;

P: perímetro de la cuenca;

A: área de la cuenca.

Posteriormente, se interpretó el valor a través de la Tabla 4, la misma que muestra el tipo de forma e interpretación respecto a la tendencia de inundación en la cuenca hidrográfica.

Tabla 4

Índice de Gravelius para la evaluación de la forma de la cuenca hidrográfica

Rango	Clases de compacidad	Interpretación Ambiental
1 - 1,25	Forma casi redonda a oval – redonda	Alta tendencia a inundación
1,25 - 1,5	Forma oval – redonda a oval – alargada	Mediana tendencia a inundación
1,5 - 1,75	Forma oval – alargada a alargada	Baja tendencia a inundación

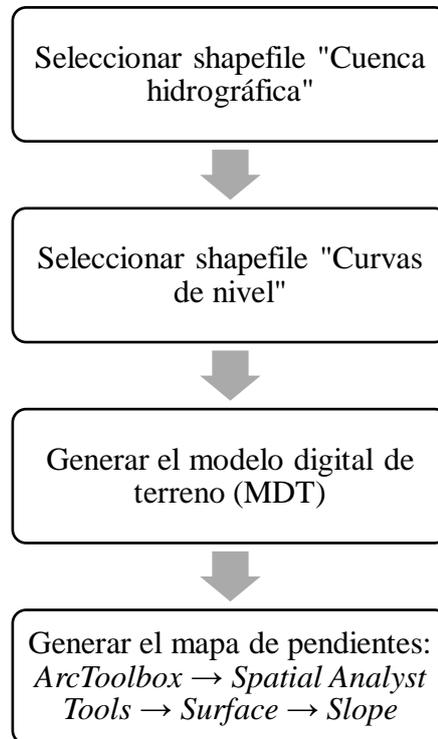
Nota. Adaptado por Simba y Cortés (2020).

4.2.5.3. Parámetros de Relieve.

De acuerdo a la cartografía digital del IGM, se cumplió el siguiente diagrama de flujo:

Figura 1

Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros de relieve



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

4.2.5.3.1. Pendiente Media del Cauce Principal (j).

Se aplicó la siguiente ecuación:

$$j = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_c} * 100\%$$

Donde:

J: pendiente media del cauce principal;

H_{max} : cota más alta de la cuenca;

H_{min} : cota más baja de la cuenca;

L_c : longitud del cauce principal.

4.2.5.3.2. Pendiente Media de la Cuenca (J).

Se aplicó la siguiente ecuación para determinar el valor de la pendiente media.

$$J = \frac{\sum (L_i * E)}{A} * 100\%$$

Donde:

J: pendiente media de la cuenca;

L_i : longitud de cada una de las curvas de nivel;

E: equidistancia de las curvas de nivel;

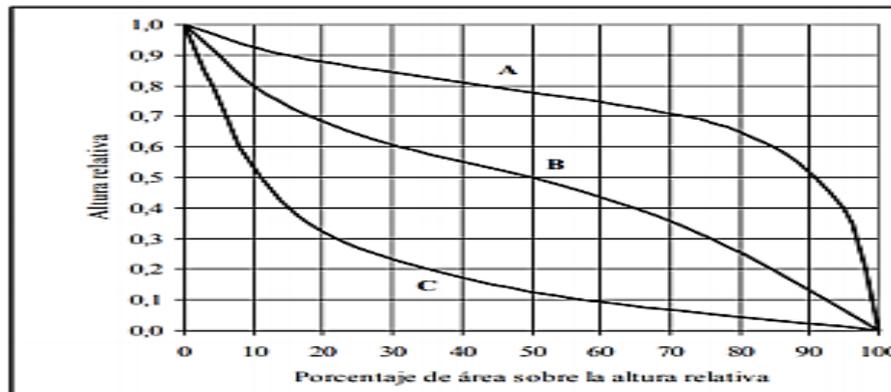
A: área de la cuenca.

4.2.5.3.3. Curva Hipsométrica.

Se obtuvo las cotas altitudinales registradas en el modelo digital de elevación para ser exportadas en un archivo de formato xls compatible con Microsoft Excel 2019, y posteriormente se generó considerando que en el eje de las ordenadas se encuentra la altura, y en el eje de las abscisas está el porcentaje acumulado del área; y se identificó el tipo de relieve de acuerdo con Strahler (1952, como citado en Ibañez et al., 2011).

Figura 2

Tipos de curvas hipsométricas



Nota. El gráfico representa los tres tipos de curvas hipsométricas. Tomado de Gaspari et al. (2012, p.154).

4.5.5.3.4. Altitud Media de la Cuenca (H).

Este valor se obtuvo al calcular la sumatoria de todos los volúmenes comprendidos entre la curva hipsométrica y sus ejes, y posteriormente se dividió para el área total de la cuenca, empleando la siguiente ecuación:

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

Donde:

H: altura media de la cuenca;

V: volumen comprendido entre la curva y los ejes;

A: área de la cuenca.

4.2.5.4. Parámetros de la red de drenaje.

Para obtener los parámetros de la red de drenaje se continuó utilizando el software ArcGIS 10.5, pero en esta ocasión, se aplicó la herramienta “Hidrology”, la cual permitió la generación de modelos de dirección de flujo, acumulación y el orden de la red hídrica de la

cuenca estudiada para comprender el comportamiento de la escorrentía superficial frente a la forma de la cuenca hidrográfica.

4.2.5.4.1. Perfil Longitudinal.

Se elaboró a partir de la utilización de las herramientas del software Google Earth Pro de la parte central del cauce de la quebrada Cumbiteo, en donde se obtuvo los valores para el eje de las ordenadas y abscisas de acuerdo a la altura y distancia recorrida respectivamente, para lo cual, así también se halló la pendiente, latitud y longitud de cada punto. Finalmente, se procedió a trazar la gráfica que representó el perfil longitudinal a través de Excel 2019.

4.2.5.4.2. Jerarquización de la Red Fluvial.

Se identificó el sistema de drenaje de la cuenca en estudio a través de una caracterización de los cuerpos de agua existentes, para lo cual se designó el orden de manera categorizada considerando determinados principios primordiales, esta jerarquización fue desarrollada por el método de Streller.

4.2.5.4.3. Densidad de Drenaje (D_d).

Se determinó a través de la relación existente entre la longitud total de los cauces de agua para el área total de la cuenca, en donde se interpretó que, si hay mayor densidad, muestra que mayores son los escurrimientos y el potencial de erosión (Ibañez et al., 2011). Posteriormente, se interpretó el valor obtenido para determinar la clase de densidad de drenaje que existe en la cuenca en estudio a través de la Tabla 5 que muestra determinados rangos.

Tabla 5*Rangos referenciados para la densidad de drenaje*

Densidad de drenaje (Km/Km ²)	Clases
0,1 - 1,8	Baja
1,9 - 3,6	Moderada
3,7 - 5,6	Alta

Nota. Tomado de ECOINTEGRAL LTDA (2009, p. 30).**4.2.5.4.4. Tiempo de Concentración.**

Se calculó a través de la siguiente ecuación de Kirpich; además, se interpretó el valor obtenido para determinar la clase a la que pertenece el tiempo de concentración a través de la Tabla 6, que muestra definidos rangos.

$$T_c = 0.02L^{0.77}S^{-0.385}$$

Donde:

T_c : tiempo de concentración sobre la superficie natural (minutos);

S : pendiente del cauce (metros/metros);

L_c : longitud del cauce principal (metros).

Tabla 6*Rango de tiempos de concentración*

Clases	Rangos del tiempo de concentración (min)
Rápido	0 - 41,5
Moderado	41,6 - 83,2
Lento	83,3 - 125,1

Nota. Tomado de Villón (2002, p. 253).**4.2.6. Análisis Ambiental: Factores Abióticos**

De manera general se explica el procedimiento realizado para el análisis de cada factor, donde se empleó el software ArcGIS 10.5, y se utilizó la herramienta “Clip” para obtener las zonas específicas de cada factor analizado en un nuevo archivo shapefile.

Seguidamente, se desplegó la tabla de atributos del shapefile generado y se creó un campo adicional mediante la herramienta “Add Field” para colocar una nueva columna que muestre el área de cada zona enmarcada.

Posteriormente, se empleó la herramienta “Calculate Geometry” para importar los datos considerando la selección correcta del parámetro de la superficie a mostrar, el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 17S y las unidades en kilómetros cuadrados.

Finalmente, se esquematizó a través de un mapa la ilustración generada en escala 1:150.000; a excepción de otros factores que se cambió la escala para apreciar visualmente de mejor manera la información obtenida.

4.2.6.1. Precipitación.

Se obtuvo el archivo shapefile “Isoyeta” de tipo polígono en escala 1:1'000.000, el cual permitió la representación de las precipitaciones medias de acuerdo a la fuente del INAMHI.

4.2.6.2. Temperatura.

Se extrajo el archivo shapefile “Isotherma” de tipo polígono en escala 1:1'000.000, el cual permitió la representación de las temperaturas medias de acuerdo a la fuente del INAMHI.

4.2.6.3. Zonas Climáticas.

Se obtuvo el archivo shapefile “Climas” de tipo polígono en escala 1:1'000.000, el cual permitió la representación de los tipos de clima de acuerdo a la fuente del INAMHI.

4.2.6.4. Tipos de Suelo.

Se extrajo el archivo shapefile “Taxonomía Sierra” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la clasificación de suelos y descripción del material de acuerdo a la fuente pasada del MAGAP – SIGAGRO.

4.2.6.5. Pendientes de Suelo.

Se obtuvo el archivo shapefile “Pendiente Sierra” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la representación de los rangos de pendiente de acuerdo a la fuente pasada del MAGAP-SIGAPRO.

4.2.6.6. Uso Actual del Suelo.

Se obtuvo el archivo shapefile “Uso de Suelo Sierra” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la definición de áreas de uso del suelo de acuerdo a la fuente pasada del MAGAP-SIGAPRO.

4.2.6.7. Erosión del Suelo.

Se extrajo el archivo shapefile “Erosión Actual” de tipo polígono en escala 1:250.000, el cual permitió la representación de las zonas erosionadas del Ecuador continental de acuerdo a la fuente pasada del MAGAP.

4.2.6.8. Uso Potencial del Suelo.

Se adquirió el archivo shapefile “Agrológico Sierra” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la descripción de tipos agrológicos en la Sierra de acuerdo a la fuente pasada del MAGAP.

4.2.6.9. Áreas Protegidas.

Se obtuvo el archivo shapefile “Sistema Nacional de Bosques y Vegetación Protectora” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la identificación de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Bosque Protectores y vegetación protectora de acuerdo a la fuente pasada del MAE.

4.2.7. Análisis Ambiental: Factores Bióticos

4.2.7.1. Flora.

Las especies vegetales de mayor representatividad en la zona de estudio han sido descritas e identificadas a través de la información proporcionada en el PDOT actualizado del GAD Parroquial Aloasí (2015) y del conocimiento ancestral de los habitantes del barrio Umbría, quienes reconocieron a las especies por medio de su nombre común en el Bosque Protector y posteriormente se investigó la taxonomía de cada una basada en el orden, familia y nombre científico; y se ordenó de acuerdo al criterio de uso medicinal, ornamental y alimenticio.

4.2.7.2. Fauna.

El análisis de la fauna realizado en la zona de estudio, se llevó a cabo de acuerdo a la información existente en el PDOT actualizado del GAD Parroquial Aloasí (2015) y se corroboró con el conocimiento ancestral de los habitantes del barrio Umbría a través del nombre común; luego se investigó la taxonomía de acuerdo al orden, familia y nombre científico de cada especie; y por último se clasificó en dos grupos principales, es decir en mastofauna y avifauna.

4.2.8. Análisis Socioeconómico

4.2.8.1. Demografía.

La tasa de crecimiento, la densidad poblacional y el porcentaje según el sexo en la parroquia Aloasí, fueron obtenidos a través de la información estadística generada en el VII Censo de Población y el VI de Vivienda realizados por el INEC (2010). De manera complementaria, se contó con los resultados obtenidos de acuerdo con la proyección poblacional dada por el equipo consultor adscrito según el PDOT actualizado del GAD Parroquial Aloasí (2015).

4.2.8.2. Escolaridad.

El índice de escolaridad y analfabetismo de igual manera se obtuvo de la información dada en el PDOT actualizado de la parroquia Aloasí, el cual está sustentado por el INEC (2010). Por otra parte, se obtuvo el archivo shapefile “Establecimientos Educativos” de tipo punto en escala 1:50.000, el cual permitió la localización de centros educativos, de acuerdo a la fuente pasada del MINEDUC.

4.2.8.3. Salud.

La tasa de desnutrición y fecundidad asimismo se obtuvo de la información dada en el PDOT actualizado de la parroquia Aloasí, el cual está sustentado por el INEC (2010). Por otra parte, se obtuvo el archivo shapefile “Centros de Salud” de tipo punto en escala 1:50.000, el cual permitió la localización de estos centros, de acuerdo a la fuente pasada del MSP.

4.2.8.4. Servicios Básicos.

Se determinó la disponibilidad de los servicios básicos, tales como el agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y gestión de desechos sólidos a través de la información proporcionada por el PDOT actualizado del GAD Parroquial Aloasí (2015).

4.2.8.5. Principales Actividades Económicas.

Se corroboró las actividades primordiales que sustentan la economía en la zona de estudio de acuerdo al PDOT actualizado del GAD Parroquial Aloasí (2015) y de los testimonios y entrevistas que se realizó a los habitantes del barrio Umbría como zona central del estudio para conocer la situación actual.

4.2.8.6. Red Vial.

Se determinó la red vial que conecta la zona urbana de la parroquia Aloasí con sus barrios periféricos, describiendo los tipos de vías que existen desde el ingreso hasta el arribo a los Barrios Occidentales y otros del territorio andino (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Por

otra parte, se obtuvo el archivo shapefile “Vías” de tipo línea en escala 1:50.000, el cual permitió la representación de la red vial, de acuerdo a la fuente pasada del IGM.

4.2.9. Análisis Cultural

Se empleó la información contenida en el PDOT actualizado del GAD Parroquial Aloasí (2015) para la descripción de los bienes inmuebles que son considerados como patrimonio en la parroquia cuyo análisis es representativo para el estudio de la cuenca hidrográfica, y de los bienes intangibles, como las celebridades y fiestas, medicina ancestral, conocimiento ancestral de la naturaleza, gastronomía, bailes típicos, leyendas, actividades económicas y leyendas.

4.2.10. Zonificación Ecológica Económica

Se realizó la zonificación de la cuenca hidrográfica de acuerdo a la situación actual, en donde se consideraron los aspectos de carácter cultural, ecológico, productivo y económico para la obtención de la zona de producción, ecológica y de uso múltiple.

Para la obtención de la zona de producción, inicialmente se extrajo el archivo shapefile “Sistemas de Producción Sierra” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la identificación de áreas pertenecientes a la tipología de sistemas de producción en la Sierra de acuerdo a la fuente pasada del SIGAPRO.

Así mismo para la zona ecológica, se extrajo el archivo shapefile “Ecológico Sierra” de tipo polígono en escala 1:50.000, el cual permitió la identificación de zonas de vida en la Sierra de acuerdo a la fuente pasada del SIGAPRO.

Y finalmente, para la zona de uso múltiple, se extrajo el archivo shapefile “Zona Urbana” de tipo polígono en escala 1:250.000, el cual permitió la identificación de varios tipos de zonas que son necesarias para el desarrollo de actividades humanas de acuerdo a la fuente pasada del IGM.

4.2.11. Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF)

4.2.11.1. Puntos de Muestreo de Agua.

Se definió tres puntos de muestreo con su respectiva coordenada geográfica en el sistema WGS84 Z17 S, para el análisis de agua en el barrio Umbría, donde se encuentra la planta de tratamiento de agua potable, los mismos que fueron en la captación de la fuente hídrica, en donde se incluye al ojo de agua y la quebrada Cumbiteo; en la salida del reservorio de agua potable; y en la última vivienda en el barrio Umbría; cuya denominación para cada uno es “Agua Potable 1”, “Agua Potable 2” y “Agua Potable 3” respectivamente.

4.2.11.2. Aforo de Caudal.

Se determinó el caudal disponible a la salida de los tres puntos definidos durante los cuatro muestreos llevados a cabo el 17 de diciembre de 2019; y el 18 de enero, el 12 de febrero y el 09 de marzo del presente año consecutivamente; y en cada uno se tomó 10 mediciones para obtener el valor final medio.

4.2.11.2.1. Método Volumétrico de Caudal.

Se empleó el método volumétrico para obtener el caudal, el cual consistió en dividir el volumen de agua recogido, entre el tiempo que demoró en llenarse el recipiente, que en este caso fue un balde aforado; y se empleó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{(l)}{(s)}$$

Donde:

Q: caudal (l/s);

V: volumen (l);

t: tiempo (s).

4.2.11.2.2. Cálculo del Caudal.

Los datos obtenidos en campo fueron digitalizados en el software Excel 2019, donde se calculó la media aritmética en cada punto y de acuerdo a cada muestreo realizado, con lo cual se obtuvo un valor representativo de todo el conjunto de datos tomados y que mejor se ajuste al valor real del caudal de agua.

4.2.11.3. Muestreo de Agua.

En cada muestreo realizado, se tomó el tipo de muestra simple, debido a que las condiciones en cada uno de los puntos definidos presentan constancia en los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos medidos en el espacio y tiempo realizado.

4.2.11.3.1. Recolección y Conservación de Muestras.

En esta etapa basado en el análisis físico, químico y microbiológico del agua, las muestras fueron tomadas de acuerdo a las pautas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176 (1998) “Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Primera Edición”; la cual establece guías sobre las técnicas de muestreo de aguas para obtener datos necesarios en los análisis de control de calidad de las aguas naturales. Complementariamente se empleó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169 (1998) “Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y manipulación de las muestras. Primera Edición”; la cual suscribe precauciones generales para conservar y transportar muestras de agua.

4.2.11.4. Análisis en Campo.

En cada punto de muestro, se tomó ocho mediciones por cada parámetro analizado, y se anotó los valores obtenidos en la libreta de campo.

4.2.11.4.1. Oxígeno Disuelto.

Se empleó el oxímetro portable SevenGO METTLER TOLEDO, para lo cual previo a la medición se revisó que el estado funcional y calibración del equipo sean adecuados y correctos. Posteriormente, en campo, se verificó la unidad de medida y se colocó el sensor en la muestra tomada, y se pulsó la tecla “Read” para iniciar la medición; durante esta etapa, la pantalla principal parpadeó en el punto decimal hasta que alcanzó el punto final y se paró mostrando el resultado de la medición para ser anotado en la libreta de campo. Para continuar con las siguientes mediciones, el sensor del equipo se enjuagó con agua destilada en un recipiente de vidrio para prevenir la acumulación de sustancias en su superficie y cauce inexactitud en la calibración del equipo y en su lectura posteriormente, esto se repitió para todas las próximas mediciones realizadas.

4.2.11.4.2. pH.

Se utilizó el peachímetro HI-98129 Combo HANNA, previo a la medición en campo, se revisó y verificó en el laboratorio con la guía operacional del equipo, y seguidamente se procedió a chequear el estado de la batería, revisar que la unidad de temperatura sea en grados centígrados, calibrar por seguridad el electrodo empleando en un buffer de cuyo pH sea 7,01, y por último verificar el estado físico del peachímetro se encuentre funcionalmente correcto. Posteriormente, ya en campo se procedió a encender el equipo y seleccionar el modo pH con el botón “Set/Hold”, y se sumergió el electrodo en la primera muestra a ser testeada y finalmente la medición estuvo tomada cuando el símbolo de estabilidad desapareció y el valor de pH se mostró automáticamente en la pantalla primaria, y adicionalmente en la pantalla secundaria mostró el valor de la temperatura a la que se encontró la muestra, esto se efectuó por ocho ocasiones consecutivas para determinar estadísticamente un valor promedio en cada muestra.

4.2.11.4.3. Temperatura.

Complementariamente al resultado de la medición de pH descrito en el enunciado anterior, se obtuvo el valor de la temperatura en cada una de las muestras tomadas, y se anotó en conjunto en la libreta de campo.

4.2.11.4.4. Turbidez.

Se utilizó el turbidímetro TB-200 orbeco HELLIGE, para lo cual se constató previamente a su utilización que se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y en la unidad de medida correspondiente a Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). En campo, inicialmente se limpió la celda con agua destilada y se secó para continuar con el siguiente paso. Posteriormente, se enjuagó por tres ocasiones la celda del turbidímetro con agua de la muestra tomada llenándola al 75% de volumen, y se procedió a invertir la celda varias veces para desechar inmediatamente el agua. Después, se llenó completamente la celda enjuagada con aproximadamente 15 milímetros de agua de la muestra y se cerró con su propia tapa; y se verificó que el exterior de la celda esté seco, limpio y sin manchas para proceder a colocar en el instrumento. Finalmente, se presionó hacia abajo hasta que encaje completamente en el pozo de la muestra, y seguidamente se tapó con una manta oscura la superficie; y se procedió a medir el valor de la turbidez, y una vez que ya haya aparecido se anotó el resultado en la libreta de campo. Para continuar con las otras mediciones, se debe repetir todos los pasos descritos anteriormente.

4.2.11.5. Análisis en el Laboratorio.

De igual manera, se tomó ocho mediciones por cada parámetro analizado en el laboratorio y se registró los valores obtenidos en la libreta de campo.

4.2.11.5.1. DBO5.

Se realizó de acuerdo a las pautas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1202 (2013) “Agua. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Primera Edición”, la cual establece que es un análisis empírico de tipo biológico que mide el oxígeno molecular utilizado por los microorganismos para la degradación de la materia orgánica al cabo de un periodo de incubación de 5 días a 20 grados centígrados en una incubadora (APHA et al., 1992).

4.2.11.5.2. DQO.

El análisis de la DQO se realizó con el equipo HI 83099 COD and Multiparameter Bench Photometer, para lo cual se empleó viales de bajo rango pertenecientes a la marca HACH, que va de 0 a 150 ml O₂/l, y cuyo diámetro es de 16 milímetros. Previamente, se realizó el precalentamiento del reactor HANNA HI 839800 a 150 grados centígrados, y se homogenizó la muestra tomada.

Luego, se determinó un blanco para el análisis del parámetro en estudio, para lo cual se abrió un vial de reacción con tapa blanca, y se agregó 2 milímetros de agua destilada. De igual manera, se añadieron 2 milímetros, pero en este caso fue de cada muestra tomada en referencia a los tres puntos de muestreo seleccionados independientemente; una vez que se cerró con sus respectivas tapas y etiquetado a los viales, se mezcló con precaución invirtiendo a cada uno por algunas veces, y se los colocó dentro del reactor a 150 grados centígrados durante 2 horas; al terminar la digestión se apagó el reactor, y se esperó 20 minutos para que se enfríen los viales; y por último a éstos se los colocó en una gradilla para que continúen enfriándose a temperatura ambiente.

Una vez que se hayan enfriado, se seleccionó en el equipo el método N° 131 “COD MR with Tube Test”, y se procedió a colocar el adaptador de vial en el soporte de la cubeta;

seguidamente se introdujo el vial de blanco y se presionó la tecla “Cero” para calibrar el medidor a cero observándose en la pantalla principal y esté listo para la medición; a continuación se removió el vial de blanco y se colocó el vial de cada muestra de agua tomada en el soporte; finalmente se presionó la tecla “Leer” para realizar la lectura, y como resultado se observó directamente la concentración de demanda de oxígeno en mg/l; y por último se registró los valores en la libreta de campo.

4.2.11.5.3. Fosfatos.

Para el análisis de fosfatos en el agua, se realizó por el método colorimétrico del ácido vanadomolibdofosfórico 4500-P C, el cual consiste a partir de una solución diluida de ortofosfato. Ciertas sustancias pueden ocasionar interferencias como el hierro ferroso originando un color azul, que en una concentración menor a 100 mg/l no afectaría a los resultados. Asimismo, el ion férrico provoca interferencias cuando la longitud de onda a la cual se mide la intensidad del color es baja, por lo general a 400 nanómetros (APHA et al., 1992).

4.2.11.5.4. Nitratos.

Se empleó el método de detección espectrofotométrica ultravioleta 4500-NO₃- B, cuyo rango aplicable es de 0,2 a 11 mg/l de la relación nitrato-nitrógeno, el cual consistió en medir los iones nitrato con una absorbancia de 220 nanómetros, especialmente en muestras que contengan poca materia orgánica, es decir, aguas naturales no contaminadas y suministros de agua potable. Debido a que también la materia orgánica disuelta absorbe a 220 nanómetros, y el ion nitrato no absorbe a 275 nanómetros, se realiza una segunda medición a 275 nanómetros para corregir el valor de los iones nitrato. Por lo que, la aplicación de esta corrección empírica se relaciona con la naturaleza y concentración de la materia orgánica, variando de una muestra a otra (APHA et al., 1992).

4.2.11.5.5. Sólidos Disueltos Totales.

Se aplicó el método para la obtención de sólidos disueltos totales secados a 180 °C 2540 C, que consistió en determinar la porción de sólidos totales en una muestra de agua que pasa a través de un filtro con un tamaño de poro nominal menor a 2 micrómetros en condiciones específicas. Por lo que se determinó el incremento de peso que experimenta una cápsula tarada, después de haber sido evaporada con una alícuota de muestra que previamente fue filtrada y, luego secada a peso constante a 180 grados centígrados. por otra parte, es importante conocer los principales factores que afectan la separación de los sólidos suspendidos y disueltos, que es el tipo de filtro, tamaño del poro y partícula, grosor del filtro y cantidad de material depositado en el filtro (APHA et al., 1992).

4.2.11.5.6. Coliformes Fecales.

Para la determinación de este parámetro microbiológico, se desarrolló a través del procedimiento para coliformes termotolerantes o fecales establecido según la APHA et al. (1992). Para lo cual, se aplicó la prueba de coliformes termotolerantes medio EC debido a que es recomendable para investigaciones de agua potable, contaminación de corrientes y monitoreo general de la calidad del agua.

4.2.11.6. Análisis de Datos Medidos.

Los datos obtenidos en las mediciones realizadas para el análisis de la calidad de agua fueron digitalizados en el software Excel 2019, en donde se calculó la media aritmética para cada parámetro estudiado debido a que se tomaron ocho mediciones del mismo, y se requirió ajustar a un valor promedio que represente a todo el conjunto de datos en determinadas condiciones. Y al final se obtuvo una tabla numérica, la cual mostró los valores de los parámetros de calidad de agua con su respectiva unidad de medida, de acuerdo a cada muestreo realizado en sus diferentes puntos definidos.

4.2.11.7. Desarrollo e Interpolación de Parámetros.

Para el desarrollo del ICA-NSF, se obtuvo los valores existentes de W_i , que es específico para parámetro analizado y se encuentra en bibliografía digital; posteriormente se calculó el valor del Sub_i , a partir de las curvas de función de cada parámetro; es decir, en el eje de las abscisas se buscó el valor obtenido de acuerdo a cada parámetro de la calidad de agua y se procedió a interpolar este valor mencionado en el eje de las ordenadas para obtener el Sub_i , y así se procedió para emplear dichos valores en la estimación de la calidad de agua (Carrillo y Urgilés, 2016).

4.2.11.8. Estimación de la Calidad de Agua.

La determinación del valor del ICA-NSF, el cual es el resultado final que se obtuvo tras la interacción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que fueron necesarios para estimar la calidad del agua en una escala de 100 puntos. Para lo cual se utilizó la función ponderada multiplicativa (ICAm):

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$$

Donde:

w_i : Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i);

Sub_i : Subíndice del parámetro i .

Debido a que es mucho más sensible a la variación de los parámetros con respecto a la suma lineal ponderada; reflejando así, mayor precisión al cambio de calidad. Esto consistió en obtener los Sub_i de las diferentes curvas de función de los parámetros, y cada valor de estos se elevó por sus respectivos W_i , y finalmente se multiplicaron los nueve resultados entre sí, para obtener el valor que represente la calidad del agua.

4.2.11.9. Interpretación del Valor del Índice de Calidad.

De acuerdo con Carrillo y Urgilés (2016) la puntuación que se obtuvo en la determinación de la calidad del agua, se interpretó de la siguiente manera:

- El agua que se encuentre en un rango de 91 a 100, es considerada de excelente calidad, la cual presenta una alta diversidad en la vida acuática, y resultaría segura para todas las formas de contacto directo con ella.
- El agua que se encuentre en un rango de 71 a 90, es considerada de buena calidad, la cual requiere de una purificación menor debido a la presencia de algún agente contaminante.
- El agua que se encuentre en un rango de 51 a 70, es considerada de mediana calidad, la cual presenta un grado de contaminación considerable por diversos agentes, que para el consumo humano requiere de un tratamiento potabilizador; y generalmente presenta menor diversidad de organismos acuáticos y mayor frecuencia en el crecimiento de algas.
- El agua que se encuentre en un rango de 26 a 50, es considerada de mala calidad, la cual no se acepta para el consumo humano, y a la vez requiere de tratamiento especial debido a la elevada contaminación presente en el agua; y existe una baja diversidad de la vida acuática.
- El agua que se encuentra en un rango de cero a 25, es considerada de pésima calidad, la cual muestra solamente un número limitado de los organismos acuáticos; no se consideraría aceptable para las actividades que impliquen contacto directo con el agua; y resulta inaceptable para el consumo humano debido al elevado grado de contaminación presente.

4.2.12. Índice Biótico Andino (ABI)

4.2.12.1. Puntos de Muestreo de Macroinvertebrados.

Se definió tres puntos a lo largo de la quebrada Cumbiteo de acuerdo al criterio del gradiente altitudinal para la toma de muestras, es decir, se ha considerado un punto de muestreo para la zona alta, media y baja de la cuenca; que varía entre los 3.000 y 4.000 m.s.n.m.

4.2.12.2. Fase de Campo.

Se desarrolló con el acompañamiento y guía de los miembros de la Junta de Agua y habitantes nativos de la zona en estudio. Además, el muestreo se realizó por cuatro ocasiones de manera mensual, es decir, en diciembre del 2019; y en enero, febrero y marzo del año en curso, y en cada punto se tomó por cinco veces la muestra para ser analizada en el laboratorio.

4.2.12.2.1. Técnica de Muestreo.

Se desarrolló la técnica cuantitativa de la Red Surber cuya característica se enfoca en muestrear el área de cada punto determinado en la quebrada de poca profundidad; su estructura física presenta en forma de “L”, revestida con una malla de 300 o 500 micrómetros de haz de luz y cuya área cuadrática generalmente es de 900 centímetros cuadrados. Es decir, es recomendada esta técnica en los cuerpos de agua que no supere los 30 centímetros de altura en corrientes no torrentosas y continuas; y en presencia de arena, grava y pequeños cantos rodados (Carrera y Fierro, 2018).

4.2.12.2.2. Muestreo de Macroinvertebrados.

La trayectoria definida para el muestreo se realizó a partir de aguas abajo hacia aguas arriba de la cuenca como estrategia para evitar enturbiar y contaminar el área que aún no ha sido muestreada; la misma que responde a un suelo firme y con sustrato uniforme, respecto a lo ancho y centro de la quebrada, permitiendo así, la correcta colocación de la red.

Con respecto a la posición de la red, siempre debe permanecer paralela a la corriente con la manga aguas abajo para que se queden atrapados los macroinvertebrados; en donde las manos o pies fueron empleadas para la remoción del material que se encuentra en el fondo del área, y adicionalmente se ayudó con un jalón topográfico para dicho objetivo.

Para la obtención una muestra representativa, esta operación se repitió por cinco veces en los tres puntos en la cuenca descritos durante cada muestreo por cuatro ocasiones (Soria, 2016). El tiempo requerido en cada repetición ha sido de 60 segundos, posteriormente se levantó la red y se recogió los sedimentos con cuidado para ser transportados a la orilla para su extracción (Carrera y Fierro, 2018). Se depositó el material obtenido empujando la manga desde afuera hacia adentro sobre una bandeja o recipiente de color claro, en este caso fue blanco, y con ayuda de un recipiente con agua se lava la red y se extraen los macroinvertebrados que aún se hayan quedado adheridos (Audiovisuales UNED, 2016). Si hay la presencia de piedras, trozos de troncos u hojarasca, se debe retirar y enjuagar con la misma agua del recipiente; seguido se realiza el tamizado con el colador recomendado de 0,5 milímetros; y por último se deposita el material recogido en funda ziploc con alcohol al 70%, en cantidades suficientes para cubrir la muestra, en este caso se añadió 100 milímetros por cada una, con la finalidad de conservar las especies de macroinvertebrados.

Finalmente, se realizó el etiquetado y llenado de la hoja de campo, la misma que consta de algunos parámetros del lugar como las coordenadas UTM, altitud, hora, fecha, condiciones meteorológicas, entre otros; y para la preservación y transporte de las muestras al laboratorio se empleó un cooler para su posterior análisis.

4.2.12.2.3. Evaluación de la Calidad Hidromorfológica.

Se realizó la evaluación hidromorfológica en cada punto acordado de muestreo y por cuatro ocasiones, a través de las especies de macroinvertebrados; para lo cual inicialmente

se consideró de manera general la vegetación de la ribera, las características del canal de la quebrada como la velocidad y profundidad, y los diferentes tipos de sustratos. Esta evaluación cualitativa consiste en asignar valores que va desde cero a cinco, considerando el estado de cada característica mencionada (Encalada et al., 2011). Se muestra la Tabla 7 con cada valor entero con su respectivo estado físico de la variable en estudio.

Tabla 7

Valoración cualitativa para el estado del lugar de muestreo

Valor	Estado de la variable
0	Pésima
1	Mala
2	Regular
3	Moderada
4	Muy buena
5	Excelente

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 18).

Seguidamente, se continuó con la evaluación de la vegetación, en la cual se encontró alrededor del canal de la quebrada, y considerando su altitud, de acuerdo con su estructura y naturalidad, se procedió a valorar empleando la Tabla 8.

Tabla 8

Índice de la estructura y naturalidad de la vegetación de la quebrada

Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable
0	Pésimo	Tierra baldía o cangahua.
1	Malo	Cultivos y pastos.
2	Regular	Hierbas cortas y pisadas.
3	Moderado	Arbustos o arboles introducidos (pinos, eucaliptos, etc.).
4	Muy bueno	Vegetación natural, bosques mixtos de especies nativas de la zona.
5	Excelente	Vegetación natural, bosques de especies nativas de la zona.

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 19)

Asimismo, se evaluó si la cobertura vegetal es continua o presenta alteraciones a manera de manchas, de acuerdo a la Tabla 9.

Tabla 9*Índice de continuidad de la ribera de acuerdo a su estado físico*

Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable
0	Pésimo	-----
1	Malo	Si la vegetación de ribera está solo en pequeños parches alejados entre sí (manchas aisladas).
2	Regular	-----
3	Moderado	Si la vegetación de ribera se presenta como parches interrumpidos por cultivos, infraestructuras o pastos.
4	Muy bueno	-----
5	Excelente	Vegetación continua, sin lugares donde haya pastos o cultivos.

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 21).

Consecuentemente, se valoró el porcentaje de cobertura vegetal de la quebrada existente con respecto a los elementos urbanos o cultivos presentes. En la Tabla 10 se muestran las descripciones de cada estado de la variable analizada.

Tabla 10*Índice de conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos*

Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable
0	Pésimo	Agricultura y elementos urbanismos ocupan más del 50% que del bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente.
1	Malo	Cultivos ocupan más del 50 % del bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente, aunque no existan elementos urbanos.
2	Regular	Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está próxima a elementos de urbanismo, pero estos elementos ocupan menos del 50% del paisaje.
3	Moderado	Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 50%.
4	Muy bueno	Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%.
5	Excelente	Conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente.

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 22).

Luego también, se evaluó de acuerdo a la dificultad que representa limpiar o remover a través de mingas o maquinaria la basura y escombros del lugar. Considerando las descripciones de la variable en la Tabla 11.

Tabla 11

Índice de evaluación de basuras y escombros

Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable
0	Pésimo	Ribera con basuras y/o escombros abundantes y permanentes.
1	Malo	-----
2	Regular	Ribera con basuras y/o escombros escasos.
3	Moderado	-----
4	Muy bueno	-----
5	Excelente	Ribera sin basuras ni escombros

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 23).

Después, se evaluó si la quebrada mostraba signos de modificación en su cauce o si era completamente natural, conforme a la Tabla 12.

Tabla 12

Índice de naturalidad del canal fluvial

Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable
0	Pésimo	Canal de la quebrada totalmente modificado por estructuras rígidas.
1	Malo	Presencia de alguna estructura sólida dentro del lecho de la quebrada.
2	Regular	-----
3	Moderado	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho de la quebrada con reducción del canal de la quebrada.
4	Muy bueno	-----
5	Excelente	El canal de la quebrada no ha sido modificado.

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 24).

Finalmente, se realizó una sumatoria con los valores obtenidos de cada estado de las variables en consideración; y por cada tipo de sustrato, tipo de régimen de velocidad y

profundidad, y elementos de heterogeneidad que se encuentre en el tramo de la quebrada en estudio se suma un punto extra a las cinco primeras características (Encalada et al., 2011). En la Tabla 13, se muestra el criterio de la calidad hidromorfométrica y el color identificativo, de acuerdo a la puntuación alcanzada.

Tabla 13

Puntuación para la calidad hidromorfométrica de la ribera

Puntuación	Calidad	Color
0-10	Pésima	Rojo
10-20	Mala	Anaranjado
20-28	Moderada	Amarillo
28-35	Buena	Verde
> 35	Excelente	Azul

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 28).

4.2.12.3. Fase de Laboratorio.

4.2.12.3.1. Limpieza de Macroinvertebrados.

Se depositó el contenido de cada muestra tomada en una bandeja plástica de color blanco para retirar los macroinvertebrados más visibles y el material flotante como hojarasca, ramas y trozos de troncos pequeños, empleando una lupa pequeña para su agilidad y una pinza metálica. Posteriormente, se colocó en cajas Petri con suficiente alcohol etílico al 70% de concentración para la verificación de las especies recolectadas a través de un estereoscopio por tres ocasiones continuas, además se tomó a las especies por la parte del abdomen para evitar su ruptura o daño en su estructura física.

4.2.12.3.2. Identificación Taxonómica y Conteo.

Se colocó a las especies halladas de macroinvertebrados en tubos eppendorf de 10 milímetros con suficiente alcohol para su manipulación, las mismas que fueron agrupadas de acuerdo al tipo de familia y orden cuyos niveles taxonómicos son recomendados para el desarrollo del índice de calidad, se identificó a cada uno a través del “Protocolo Simplificado

y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos” desarrollado por Encalada et al. (2011), así como la “Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía” presentado por Roldán (2016); además fue importante el etiquetado en cada especie de macroinvertebrado para evitar confusiones en el reconocimiento. Por último, se procedió a cuantificar la abundancia en cada familia encontrada y crear una matriz en el software Excel 2019 para el almacenamiento de dicha información; es necesario considerar la excepción de ciertos macroinvertebrados debido a que no son considerados como bioindicadores de la calidad de agua, sino son accidentales en el lugar donde se realizó el muestreo (Calderón, 2017). Es de gran importancia mencionar que se almacenó las muestras en un cooler para su mejor conservación en todo momento.

4.2.12.4. Fase de Oficina.

4.2.12.4.1. Evaluación de la Calidad Biológica.

Se procedió a anotar el valor de la puntuación ABI para cada familia identificada de los macroinvertebrados en una nueva columna de la matriz generada anteriormente, y esto se realizó para cada submuestra tomada, utilizando como fuente la tabla sobre la puntuación ABI (Anexo 8.2. Puntuación ABI para las Familias de Macroinvertebrados de Ríos Altoandinos). Posteriormente, una vez que se finalizó con la asignación de estas puntuaciones, se juntó las matrices de cada una de las cinco submuestras tomadas por cada punto y número del muestreo respectivamente; y se realizó un compendio de todas las familias que fueron identificadas, evitando que se repitieran en la matriz final. Por lo tanto, al final de cada muestreo, se obtuvo tres matrices de acuerdo a los puntos alto, medio y bajo de la cuenca hidrográfica estudiada, con sus familias y puntuaciones respectivas.

4.2.12.4.2. Cálculo del Índice ABI.

Se sumó los valores de la columna que indica la puntuación ABI, de acuerdo a las familias halladas en compendio; el valor final es equivalente al puntaje ABI que determinó

la calidad de agua en los puntos definidos en la cuenca alta, media y baja; mostrados en la Tabla 14.

Tabla 14

Puntuación para la calidad biológica del agua según el ABI

Puntuación	Calidad de agua	Color
< 14	Pésima	Rojo
14-34	Mala	Anaranjado
35-58	Moderada	Amarillo
59-96	Buena	Verde
> 96	Excelente	Azul

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 31).

4.2.12.5. Análisis de la Biodiversidad.

Los índices de Shannon-Wiener y Simpson fueron calculados a partir de software PAST, el cual es gratuito y libre, entre sus funciones está el análisis de datos ecológicos. Así, a partir de los datos de riqueza y abundancia tomados en campo, así como también analizados en el laboratorio, fueron calculados dichos índices utilizando el software antes mencionado en su versión 4.03.

4.2.12.5.1. Índice de Shannon-Wiener.

Se indicó que es el índice de mayor empleabilidad, para lo cual, previamente se determinó la proporción de individuos de cada especie que haya sido considerada respecto al total de individuos presentes (Aguirre Mendoza, 2013). Por tanto, se empleó la siguiente ecuación para la proporción mencionada.

$$\rho_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

ρ_i : proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos;

n_i : número de individuos de la especie i ;

N : número de todos los individuos de todas las especies.

Posteriormente, se calculó el índice de Shannon-Wiener para predecir a que categoría pertenecerá un individuo escogido al azar, a través de la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S \rho_i \ln \rho_i$$

Donde:

H' : índice de Shannon-Wiener;

S : número total de especies;

ρ_i : proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos;

\ln : logaritmo natural.

Finalmente, se interpretó el resultado obtenido de acuerdo a la Tabla 15, en donde se seleccionó el rango que contiene a dicho valor calculado, y se determinó la clase de diversidad en la zona de estudio.

Tabla 15

Significado del índice de Shannon-Wiener por rangos

Rangos	Significado
<1,5	Diversidad baja
1,50-2,70	Diversidad media
>2,70	Diversidad alta

Nota. Tomado de Guinard et al. (2013, p. 38)

4.2.12.5.2. Índice de Diversidad de Simpson.

Se empleó el software PAST para el cálculo del índice, basándose en la siguiente ecuación:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Donde:

D_{Si} : valor de dominancia de Simpson;

p_i^2 : proporción de individuos elevada al cuadrado.

Respecto a los valores de D_{Si} varían inversamente con la heterogeneidad, es decir, si los valores de D_{Si} decrece, la diversidad aumenta y viceversa (Aguirre Mendoza, 2013). Finalmente, para obtener el índice se utilizó la forma $1-D_{Si}$, como se indica en la siguiente ecuación:

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Donde:

Si_D : índice de Simpson;

p_i^2 : proporción de individuos elevada al cuadrado.

En este caso la interpretación es inversa, es decir, a mayores valores de $1-D_{Si}$, la diversidad será mayor, y viceversa.

Finalmente, se interpretó el resultado obtenido de acuerdo a la Tabla 16, en donde se seleccionó el rango que contiene a dicho valor calculado, y se determinó la clase de diversidad en la zona de estudio.

Tabla 16

Interpretación del índice de Simpson por la forma 1-DSi

Valor Si_D	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad Baja
0,36 – 0,75	Diversidad Media
0,76 – 1	Diversidad Alta

Nota. Tomado de DPWORLD POSORJA S.A. (2016, p. 15).

4.2.13. Estudio del Suelo

El muestreo y la conservación de las muestras de suelo, es, por tanto, una etapa previa al análisis y determinación de contaminantes. Según, la CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA ANDALUCÍA (1999) el estudio del suelo es “probablemente la fase más importante para la obtención de datos analíticos, el cual puedan considerarse con seguridad datos de calidad, sobre todo a la hora de considerar o dictaminar sobre el grado y tipo de contaminación” (p.175-176). Por tal motivo, debido a situaciones externas, no se pudo realizar la siguiente metodología presentada, de tal manera se procedió a realizarla bibliográficamente.

4.2.12.5. Diseño de Muestreo.

4.2.12.5.1. Método en Cuadrícula.

De acuerdo con el MAE (2015b) en su Anexo 2, se indica que el tipo de muestreo recomendado y aplicado es el sistemático, el mismo que está basado en el diseño por cuadrículas o rejillas en 1 hectárea de terreno. Para lo cual, se combina con el muestreo al azar con la finalidad de conseguir resultados con mayor exactitud y distribuir regularmente en toda la población, razón por la cual, minimiza la correlación espacial entre observaciones e incrementa la eficacia estadística (FAO, 2006).

4.2.12.6. Toma de Muestras.

Se realizó en dos fases, la primera consistió en tomar la muestra del suelo de manera superficial y la otra en perfil o de forma vertical, siguiendo el tipo de muestra simple en cada punto e intervalo de muestreo respectivamente por una única vez (MAE, 2015b). La toma de muestra superficial estuvo en función del espacio, donde se presume la existencia de contaminación; mientras que en el muestreo vertical se valoró la migración de las sustancias nocivas supuestamente existente en el área de estudio. Por lo tanto, las muestras se recolectaron en los nudos de la cuadrícula o rejilla con una distribución de los puntos de muestreo sistemático y con el intervalo definido de 3 metros para la separación.

4.2.12.7. Época y Profundidad de Muestreo.

La época de muestreo se define principalmente por las condiciones climáticas, tipo de cultivo y sistemas de manejo de suelo; y principalmente a efectuarse en la estación de verano o en los meses que no presentan demasiada precipitación. Por otra parte, la profundidad de muestreo se toma a 30 centímetros; sin embargo, este valor depende del tipo de suelo y contaminantes a estudiar. Además, se toma una muestra testigo o blanco para asegurar la calidad inicial de cada tipo de suelo y las características del sitio en donde se efectuó el muestreo (Vi et al., 2013).

4.2.12.8. Cantidad de Puntos de Muestreo y Recolección.

El número mínimo de puntos de muestreo se determina en función de la superficie del sitio que se presume que está contaminado, y de acuerdo con el MAE (2015b) en su Anexo 2, se indica que, en 1 hectárea de terreno es de 11 puntos, tanto superficial como de profundidad, debidamente georreferenciados, y con una sola muestra representativa para su análisis.

4.2.12.9. Homogenización de Muestras.

De acuerdo con el MAE (2015b) en su Anexo 2, recomienda coleccionar submuestras con un peso no inferior a 0,5 kilogramos, las mismas que deben ser mezcladas y homogenizadas por completo mediante la técnica de cuartos opuestos para conseguir una muestra representativa de suelo para obtener el peso requerido para una muestra compuesta entre 0,5 a 1 kilogramo, que posteriormente servirá para realizar los análisis respectivos.

4.2.12.9.1. Técnica de los Cuartos Opuestos.

En un recipiente de plástico, se homogeniza y extiende la muestra compuesta inicial; posteriormente, se separa en cuatro cantidades semejantes; y por último, se repite tantas veces como sea necesario para obtener el peso requerido de la muestra compuesta, el mismo que es de 1 kilogramo, tomándose de manera cruzada o alternada (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA ANDALUCÍA, 1999).

4.2.12.10. Envasado e Identificación de la Muestra.

La muestra de suelo se envasa en una bolsa de plástico ziploc, la misma que fue considerada debido a su resistencia para el transporte y conservación; además, se utiliza doble bolsa con su respectivo etiquetado, el cual consta del código de la muestra, fecha de la recolección, responsable de la toma de muestra (Strauch, 2000).

Así también, se toma en cuenta que la etiqueta no se debe introducirse en el interior de la bolsa o estar en contacto directo con el suelo porque puede verse afectada por la humedad y dificultar la lectura de los datos tomados que conlleva a presentar errores en los resultados analíticos (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA ANDALUCÍA, 1999).

4.2.12.11. Conservación y Almacenamiento de la Muestra.

Las muestras son conservadas con su propia humedad y mantenidas en condiciones apropiadas a una temperatura inferior a 7 grados centígrados, para lo cual, se consideró el tiempo involucrado desde su extracción hasta su envío al laboratorio (Strauch, 2000).

4.2.12.12. Transporte de la Muestra.

Se utiliza un cooler completamente cerrado para trasladar de manera adecuada las muestras recolectadas e impedir la exposición total o parcial al sol, la misma que puede originar una eventual contaminación externa durante el transporte al laboratorio (Strauch, 2000).

4.2.12.13. Métodos Analíticos.

Según el MAE (2015b) en su Anexo 2, se menciona que los análisis físicos, químicos y microbiológicos, si fuera el caso, deben ser realizados en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), siguiendo las metodologías indicadas y validadas para cada parámetro seleccionado.

4.2.12.14. Criterios de Calidad de Suelo.

Se debe comparar y analizar los valores obtenidos de cada parámetro de calidad, con los criterios permitidos, los cuales han sido publicados en el Anexo 2 de la Reforma del Libro VI del TULSMA para justificar la existencia de un contaminante en el suelo, es decir, los resultados si son inferiores o superiores a dichos límites, pueden reflejar variaciones geológicas naturales de áreas no desarrolladas o la influencia de actividades industriales o urbanas en la zona de estudio (MAE, 2015b). En la Tabla 17 se indica los criterios de calidad de suelo, a través de los límites máximos que son permitidos para definir la existencia de contaminación de suelo basado en parámetros generales (MAE, 2015b).

Tabla 17*Criterios de calidad de suelo para parámetros generales*

Parámetros Generales	Unidades	Valor
Conductividad	uS/cm	200
pH		6 a 8
Relación de adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*

Nota. Tomado de MAE (2015b, p. 34).

Así también, en la Tabla 18 se muestra los criterios de calidad de suelo expresados a través de los límites máximos permitidos para los parámetros inorgánicos de suelo, con su respectiva unidad de medida.

Tabla 18*Criterios de calidad de suelo para parámetros inorgánicos*

Parámetros inorgánicos	Unidades	Valor
Arsénico	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0,5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0,4
Cianuro	mg/kg	0,9
Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0,1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60

Nota. Tomado de MAE (2015b, p. 35)

Por último, en la Tabla 19 se indica los criterios de calidad de suelo expresados a través de los límites máximos permitidos para los parámetros orgánicos de suelo, con su respectiva unidad de medida.

Tabla 19*Crterios de calidad de suelo para parámetros orgánicos*

Parámetros orgánicos	Unidades	Valor
Benceno	mg/kg	0,03
Clorobenceno	mg/kg	0,1
Etilbenceno	mg/kg	0,1
Estireno	mg/kg	0,1
Tolueno	mg/kg	0,1
Xileno	mg/kg	0,1
PCBs	mg/kg	0,1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0,05
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0,01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hidrocarburos totales (TPH)	mg/kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada Tipo	mg/kg	0,1

Nota. Tomado de MAE (2015b, p. 35)

4.2.13. Identificación de especies nativas arbóreas

Según Jiménez Ruiz et al. (2011) “la presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío” (p.1). Por tal motivo, debido a situaciones externas, no se pudo realizar la siguiente metodología, de tal manera se procedió a realizarla bibliográficamente.

4.2.13.3. Diseño del Área de Estudio.

Ander y Synnott (1992, como citado en Orozco y Brumér, 2002) aconseja instalar subparcelas en 1 hectárea de terreno, a esto se incluye un número representativo de especies arbóreas para evitar que otras secciones de la población se muestreen con mayor intensidad en comparación con otras. Por lo tanto, se sigue la metodología de Orozco y Brumér (2002) con el muestreo sistemático sin estratificar, el cual permite que la muestra se distribuya

adecuadamente sobre toda la población para escoger al azar una unidad de muestreo en la misma.

4.2.13.4. Efecto de Borde del Cuadrante.

Pinelo (2000) indicó que el efecto borde es un factor importante considerado dentro de una investigación para el inventario forestal, a fin de evitar los efectos del área boscosa no tratada en el perímetro de la parcela.

4.2.13.5. Tipo de Inventario.

Se procede a dividir la unidad de medida de manera cuadrangular en 25 subparcelas de 196 metros cuadrados, para el estrato arbóreo dentro del rango de mayor o igual a 10 y menor a 40 centímetros de diámetro a la altura del pecho (DAP); una vez realizada esta actividad se procede a la identificación y registro de los individuos, que incluye la distancia horizontal y vertical, para lo cual se toma como eje, la delimitación entre subparcelas para la ubicación codificada en un croquis.

Por lo tanto, el teselado en polígonos regulares permite obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la biodiversidad en una sola subparcela seleccionada al azar, sin necesidad de recorrer el cuadrante estudiado en su totalidad (FAO, 2006).

4.2.13.6. Mensuración Forestal.

Orozco y Brumér (2002) aconseja medir variables como el diámetro del árbol y uno o varios códigos para la condición actual; es así que entre otras variables consideró a la altura total o comercial y la posición del individuo en la parcela.

4.2.13.6.1. DAP.

Murillo (2013) indica que el diámetro de los árboles se midió a 1,30 metros de altura o a la altura de la persona que realizará la recolección de datos. Por lo que, Pinelo (2000)

muestra que se puede medir con cinta diamétrica, pero de preferencia metálica o de fibra de vidrio; además de la forcíula común, relascopio, pentaprisma y equipos láser. Asimismo, considera que la medida es tomada al milímetro completo, por lo que recomienda redondear al milímetro inferior, el cual ha sido tomado como un error sistemático que pudo ser ignorado. En complemento con la investigación, si se requiere mayor precisión, se debe tomar la circunferencia a 1,30 metros (CAP), y posteriormente se transforma al DAP dividiendo por el número “ π ”, siempre y cuando todas las mediciones se hayan tomado de esa manera. Además, cuando se midió el diámetro fue necesario limpiar los musgos y apartar las lianas de la circunferencia alrededor del punto de medición para no afectar la medida que se vaya registrando.

4.2.13.6.2. Altura del Estrato Arbóreo.

Cerón (2003, como citado en Murillo, 2013) indica que se puede medir directamente con varas graduadas, cuando los árboles tienen una estructura que lo permita, caso contrario se utiliza algún otro instrumento de medición como un hipsómetro.

4.2.13.7. Recolección y Preservación de Muestras Botánicas.

4.2.13.7.1. Recolecta.

Para la recolección se incluye principalmente flores, frutos y partes vegetativas, de manera individual y en fundas plásticas sin cerrarlas; y el etiquetado basado en datos básicos como la fecha, localidad de muestreo, nombre del colector, altitud, hábitat, condiciones del tiempo, nombre común y especificaciones dadas por los habitantes nativos. De igual manera, los ejemplares deben ser representativos, saludables y con al menos algunas hojas completamente extendidas y por duplicado (Contreras y Goyenechea, 2007).

4.2.13.7.2. Tratamiento.

Posterior a la recolecta, los ejemplares se colocan en una hoja de papel periódico u otro tipo de papel absorbente; y se arreglan de manera que una hoja muestre el envés y las flores se cortaron longitudinalmente, en caso de que, si alguna muestra posee frutos, se debe realizar cortes longitudinales y transversales. Así también, dieron a conocer que, si las plantas tienen más de 30 x 42 centímetros respectivamente, deben doblarse después de haber sido machacadas un poco en el tallo evitando su ruptura, de forma que entre en la hoja de papel periódico (Contreras y Goyenechea, 2007). Seguidamente al arreglo de los ejemplares en los periódicos, se marca cada colección botánica por dentro y fuera del borde del periódico, tal y como se registra en la libreta de campo.

4.2.13.7.3. Prensado y Secado.

Murillo (2013) indica que, para el prensado se coloquen los ejemplares dentro de las hojas de papel periódico y esto a su vez debe ser puesto entre papel absorbente, cartón corrugado, muestra botánica, papel absorbente, cartón corrugado; hasta formar un bulto aproximado de 50 a 100 centímetros de ancho. Estos bultos deben ser protegido por los extremos con tablas trípex y posteriormente al usar correas o lazos resistentes, se sujeta haciendo suficiente presión y se amarra en forma de cruz; y finalmente cuando esté listo el bulto, se coloca en un lugar adecuado para su máxima exposición al calor y rapidez en el proceso de secado al aire libre o en una estufa eléctrica.

4.2.13.7.4. Montaje.

Una vez que hayan sido secadas las muestras vegetales, de acuerdo con Murillo (2013) se coloca sobre una cartulina blanca, a la que se fijó con pega “Fuller”, dando su forma natural en la misma, y después se deja el espacio suficiente para el etiquetado.

4.2.13.7.5. Identificación.

Murillo (2013) recomienda observar cuidadosamente cada una de las muestras tomadas, para determinar con exactitud la forma y el borde del limbo, y nervaduras; y si son hojas compuestas o simples se usa muestras de herbarios, libros y entre otros. Finalmente, las muestras montadas e identificadas se ingresan a los herbarios de instituciones oficiales y calificadas profesionalmente para determinar con exactitud los grupos taxonómicos de las especies vegetales.

4.2.13.7.6. Análisis del Estado de Conservación.

Para determinar el estado de conservación se realiza recorridos por los diferentes tipos de vegetación, en lo posible abarcando la mayor superficie del área de interés (Aguirre, 2013). Sin embargo, de acuerdo con Santibañez et al. (2015) señaló que, en una “caracterización de los aspectos de la biodiversidad, por sí sola no indica el estado de conservación; por lo que, es necesario contar con indicadores basados en su estructura y composición para diferenciar un gradiente de conservación”(p.300). Adicionalmente, Murillo (2013) recomienda utilizar las categorías y criterios de la lista roja de la UICN debido a que constituye un marco apropiado para la determinación del estado de conservación, y revisar el Libro Rojo de plantas endémicas del Ecuador y colecciones de herbarios existentes en la zona. Es así que, dentro de las categorías de la lista roja de la UICN se encuentran las siguientes: Extinta (EX), Extinto en Estado Silvestre (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), Preocupación Menor (LC), Datos insuficientes (DD), No Evaluado (NE). Y complementariamente, se ha encontrado una gama de criterios cuantitativos que definen las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; los mismos que indican únicamente el cumplimiento de conservación de un determinado taxón para que pueda ser clasificado e incluido en ese nivel de amenaza.

4.2.14. Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica

Se realizó el plan de manejo integral a través del planteamiento de alternativas sostenibles enfocadas en la gestión ambiental y uso responsable del recurso hídrico para el abastecimiento de agua para consumo humano, la cual es dirigida a los Barrios Occidentales; así también, se efectuó un diagnóstico que determinó el estado socio-ambiental de la zona representativa en el estudio, a través del análisis de las encuestas realizadas.

El plan realizado, consiste de varios sub-planes, dependiendo de la actividad que se va a realizar o proyecto, el cual deberá contener lo siguiente: presupuesto, responsables, medios de verificación y cronograma, según como lo indica el Registro Oficial N°361 (MAE, 2015a).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Ubicación Territorial

La cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría se encuentra ubicada entre las provincias de Pichincha y Cotopaxi, cuyas parroquias se muestran en la Tabla 20 con su respectiva área que se calculó en el ArcGIS 10.5.

Tabla 20

Parroquias identificadas en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Parroquia	Cantón	Provincia	Área (Km²)	Porcentaje (%)
Machachi	Mejía	Pichincha	50,66	24,26
Alóag	Mejía	Pichincha	0,10	0,05
Aloasí	Mejía	Pichincha	32,20	15,42
El Chaupi	Mejía	Pichincha	90,40	43,28
Manuel Cornejo Astorga	Mejía	Pichincha	0,04	0,02
Mulaló	Latacunga	Cotopaxi	5,77	2,76
San Juan de Pastocalle	Latacunga	Cotopaxi	29,69	14,22
Total			208,86	100,00

Nota. Esta tabla muestra las parroquias que forman parte de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría con su respectivo cantón y provincia; así como, su área territorial y porcentaje representativo de la superficie total. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Complementariamente, se representó de manera gráfica a las parroquias descritas que conforman el área total de la cuenca analizada en escala 1:125.000 (*Ver Anexo 8.4.1. Mapa de Parroquias que Integran la Cuenca Hidrográfica del BPU*).

5.2. Delimitación y Codificación del Área de Estudio

Se aplicó la metodología Pfafstetter (1989), donde la codificación para la cuenca es 152491 y se obtuvo su representación gráfica en escala 1:250.000 (*Ver Anexo 8.4.2. Mapa de Codificación de la Cuenca Hidrográfica del BPU por el Método de Pfafstetter*).

Además, se determinó que la red hídrica de la cuenca es de cuarto orden con 97 cuerpos de agua dulce (*Ver Anexo 8.4.3. Mapa de la Red Hídrica y Orden de los Ríos de la*

Cuenca Hidrográfica del BPU). Y para lo cual, se indica la cantidad de corrientes de agua por cada orden con su debida longitud total obtenida en la Tabla 21.

Tabla 21

Orden de la red hídrica de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Orden	Total de corrientes de agua	Longitud total (Km)	Porcentaje (%)
1	49	104,45	63,00
2	26	38,83	24,00
3	10	10,41	6,00
4	12	11,41	7,00
Total	97	165,10	100,00

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de corrientes de agua. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3. Caracterización Morfométrica de La Cuenca

5.3.1. Parámetros Generales

En la Tabla 22 muestra los valores calculados de los parámetros generales.

Tabla 22

Parámetros generales de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Área	208,86	Km ²
Perímetro	69,00	Km
Longitud del cauce principal	14,59	Km
Longitud de la cuenca	21,91	Km
Ancho de la cuenca	15,50	Km
Altura máxima	4.960	m.s.n.m
Altura mínima	2.960	m.s.n.m
Desnivel altitudinal	2.000	m.s.n.m

Nota. Esta tabla muestra los parámetros generales de la cuenca hidrográfica. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por consiguiente, interpretando los resultados obtenidos, la cuenca del Bosque Protector Umbría se encuentra a una altura máxima de 4.960 m.s.n.m y altura mínima de 2.960 m.s.n.m con un área de 208,86 Km² y perímetro de 69,00 Km, por medio de estos valores calculados se continuó con el análisis de los posteriores parámetros morfométricos de la cuenca.

5.3.2. *Parámetros de Forma*

La cuenca en estudio presenta una forma que no es alargada ni ensanchada, con mediana tendencia a inundaciones. Por lo que se muestran en la Tabla 23, los valores obtenidos.

Tabla 23

Parámetros de forma de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Parámetro	Valor
Factor de forma de Horton	0,44
Coefficiente de compacidad de Gravelius	1,35

Nota. Esta tabla muestra los factores de forma de la cuenca hidrográfica. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.3. *Parámetros de Relieve*

En la Tabla 24, se indican los valores obtenidos de los parámetros de relieve de la cuenca.

Tabla 24

Parámetros de relieve de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Pendiente media del cauce principal	13,71	%
Pendiente media de la cuenca	27,59	%
Altitud media de la cuenca	3.960	m.s.n.m

Nota. Esta tabla muestra los factores de relieve de la cuenca hidrográfica. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

La cuenca estudiada presenta una pendiente media de 27.59%, y se halla en una zona donde el relieve es fuertemente accidentado y susceptible a procesos erosivos por quebradas.

5.3.3.1. Curva Hipsométrica.

Representa a una curva de tipo C, típica de una cuenca sedimentaria en su etapa de vejez, en donde ha predominado por mucho tiempo la producción de sedimentos y aguas de acuerdo a Strahler (1952, como citado en Ibañez et al., 2011). Para lo cual, previamente se

realizó la Tabla 25, la misma que contiene las cotas y las áreas entre curvas de la cuenca con sus respectivos porcentajes de acumulación y entre curvas.

Tabla 25

Parámetros de la curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

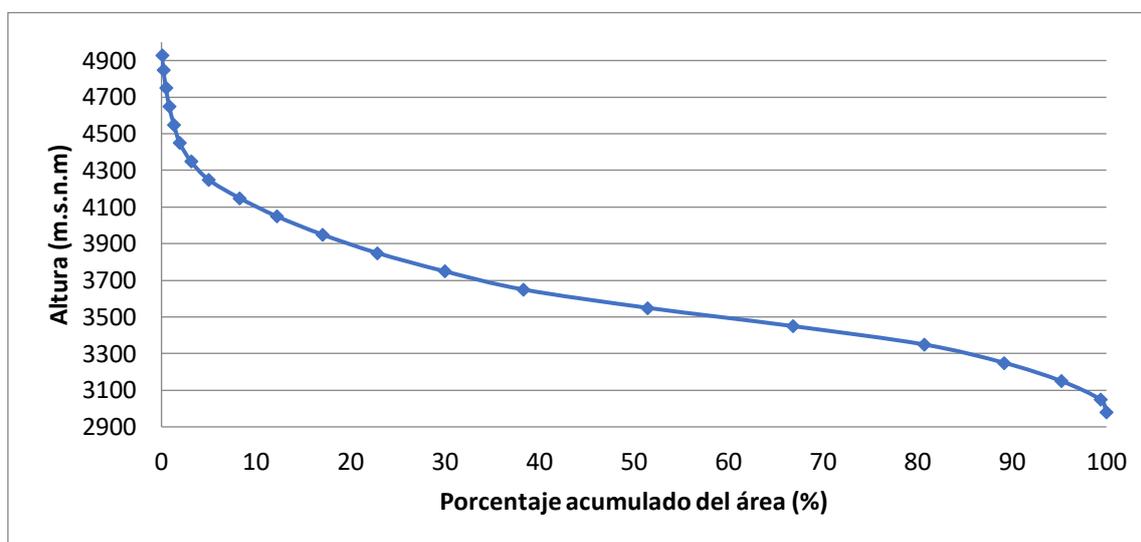
N°	Cotas (m.s.n.m)			Área (km ²)			
	Mín.	Máx.	Altura promedio	Entre curvas	Acumula da	Porcentaje acumulado (%)	Porcentaj e entre curvas (%)
1	2.960	3.000	2.980	1,39	208,86	100,00	0,67
2	3.000	3.100	3.050	8,57	207,47	99,33	4,10
3	3.100	3.200	3.150	12,67	198,9	95,23	6,07
4	3.200	3.300	3.250	17,71	186,23	89,16	8,48
5	3.300	3.400	3.350	28,94	168,52	80,69	13,86
6	3.400	3.500	3.450	32,15	139,58	66,83	15,39
7	3.500	3.600	3.550	27,47	107,43	51,44	13,15
8	3.600	3.700	3.650	17,44	79,96	38,28	8,35
9	3.700	3.800	3.750	14,92	62,52	29,93	7,14
10	3.800	3.900	3.850	12,05	47,6	22,79	5,77
11	3.900	4.000	3.950	10,1	35,55	17,02	4,84
12	4.000	4.100	4.050	8,27	25,45	12,19	3,96
13	4.100	4.200	4.150	6,8	17,18	8,23	3,26
14	4.200	4.300	4.250	3,87	10,38	4,97	1,85
15	4.300	4.400	4.350	2,48	6,51	3,12	1,19
16	4.400	4.500	4.450	1,3	4,03	1,93	0,62
17	4.500	4.600	4.550	1,04	2,73	1,31	0,50
18	4.600	4.700	4.650	0,71	1,69	0,81	0,34
19	4.700	4.800	4.750	0,58	0,98	0,47	0,28
20	4.800	4.900	4.850	0,29	0,4	0,19	0,14
21	4.900	4.960	4.930	0,11	0,11	0,05	0,05
Total				208,86	Total		100,00

Nota. Esta tabla muestra las cotas mínimas y máximas del ArcGIS. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por último, se tomó la variable del porcentaje acumulado del área para el eje de las abscisas, y la variable de la altura promedio para el eje de las ordenadas; y se trazó la gráfica, como se puede apreciar en la Figura 3.

Figura 3

Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. El gráfico muestra la curva hipsométrica de las cotas presentes. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.4. Parámetros de la Red de Drenaje

La red hídrica correspondiente a la cuenca se encuentra hasta el cuarto orden, acordando la densidad de drenaje de $0,79 \text{ Km/Km}^2$ lo que corresponde a una influencia hídrica baja. Asimismo, la influencia de la forma y relieve de la cuenca han mostrado que el tiempo de concentración es aproximadamente de 45,31 minutos, es decir presenta un tiempo moderado para que todos los puntos de la cuenca estén aportando agua de escorrentía simultáneamente al punto de salida, como se encuentra expresado en la Tabla 26.

Tabla 26

Parámetros de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Jerarquización de la red fluvial	Cuarto orden	Adimensional
Densidad de drenaje	0,79	Km/Km^2
Tiempo de concentración	45,31	Minutos

Nota. Esta tabla muestra los parámetros de la red de drenaje que fueron calculados a través del software ArcGIS 10.5. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.4.1. Perfil Longitudinal.

Se realizó el perfil sobre un tramo central de 332 metros sobre la quebrada Cumbiteo, en donde tomaron muestras representativas de macroinvertebrados para determinar la calidad del agua. Por tanto, en la Tabla 27 se indican los valores de cada punto seleccionado de acuerdo a su altura y distancia.

Tabla 27

Puntos del tramo longitudinal en la quebrada Cumbiteo

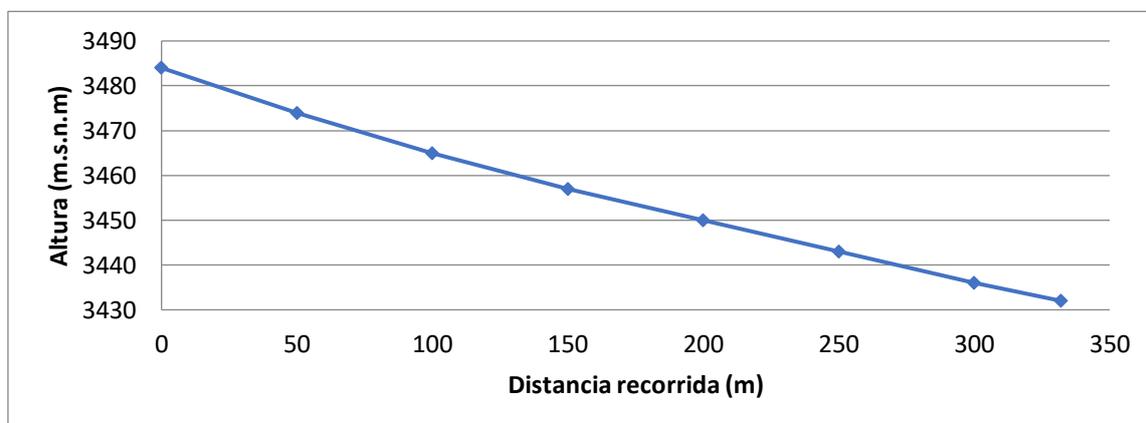
Nº	Altura (m.s.n.m)	Distancia recorrida (m)	Pendiente (%)	Latitud	Longitud
1	3.483	0	0	0°33'19.50" S	78°37'54.30" O
2	3.474	50	22.7	0°33'20.13" S	78°37'52.96" O
3	3.465	100	19.5	0°33'22.82" S	78°37'51.56" O
4	3.457	150	11.9	0°33'21.30" S	78°37'50.09" O
5	3.450	200	11.1	0°33'21.52" S	78°37'48.68" O
6	3.443	250	17.1	0°33'22.06" S	78°37'47.10" O
7	3.436	300	17.6	0°33'22.47" S	78°37'45.60" O
8	3.432	332	14.3	0°33'22.91" S	78°37'44.74" O

Nota. Esta tabla muestra los puntos que forman el tramo longitudinal. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Posteriormente, se representó de manera gráfica el perfil longitudinal en la Figura 4, para lo cual la variable de altura se ubicó en el eje de las ordenadas y la variable de la distancia recorrida se colocó para el eje de las abscisas, y se trazó la curva.

Figura 4

Perfil longitudinal de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. El gráfico muestra el perfil longitudinal de la quebrada Cumbiteo. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.4. Análisis Ambiental

5.4.1. Factores Abióticos

5.4.1.1. Precipitación.

La precipitación de aquella de mayor cobertura está entre 1.250 a 1.500 milímetros por año con una extensión de 73,58 kilómetros cuadrados que incide en la parte centro-norte de la cuenca. Asimismo, en la parte central y norte se halla otra isoyeta cuya precipitación varía entre 1.000 a 1.250 milímetros anualmente con una superficie de 66,33 kilómetros cuadrados, y por último la isoyeta de menor cobertura se encuentra en la parte sur cuya precipitación está en un rango de 750 a 1.000 milímetros por año con 68,95 kilómetros cuadrados de área. Complementariamente, se localizó una estación hidrológica automática llamada “Nieves Toma Chaupi”; y cinco estaciones meteorológicas convencionales tales como: “Iliniza-Bigroses”, “Rei”, “Lulluchis”, “San Marcos-Ilinizas”, y “Cotopaxi-Clirsen-IEE” (Ver Anexo 8.4.4. *Mapa de Isoyetas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.2. Temperatura.

En la Tabla 32 se muestra cada rango que ha sido definido con su respectiva coloración y superficie.

Tabla 28

Rangos de temperatura en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

N°	Rango (°C)	Área (Km ²)
1	2-4	5,32
2	4-6	25,04
3	6-8	95,24
4	8-10	80,04
5	10-12	3,22
Total		208,86

Nota. Esta tabla muestra los rangos de temperatura. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Además, se identificó que la temperatura promedio anual de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría oscila entre los 6 a 8 grados centígrados en la zona central (*Ver Anexo 8.4.5. Mapa de Isotermas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.3. Zonas Climáticas.

En la Tabla 29 se muestra las estaciones meteorológicas convencionales situadas en la cuenca, los tipos de clima, sus respectivas descripciones y el área de cada zona climática identificada.

Tabla 29*Tipos de clima presentes en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría*

Estación Meteorológica	Tipo de clima	Descripción	Área (Km²)
M117	Mesotérmico templado frío	Clima subhúmedo sin exceso de agua	22,12
M120	Mesotérmico semifrío	Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua	33,25
M029	Mesotérmico templado frío	Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua	153,49
Total			208,86

Nota. Esta tabla muestra los tipos de clima presentes. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Así también, se determinó que el clima mesotérmico templado frío se encuentra en la mayor parte de la cuenca, cuyo clima es subhúmedo con pequeño déficit de agua y está en una superficie de 153,49 kilómetros cuadrados que representa el 73,49% del área total (*Ver Anexo 8.4.6. Mapa de Zonas Climáticas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.4. Tipos de Suelos.

En la Tabla 30 los órdenes de los suelos identificados con su respectiva cantidad y porcentaje representativo de la cuenca.

Tabla 30*Taxonomía de suelos de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría*

N°	Orden	Cantidad	Área (Km²)
1	Inceptisoles	27	131,75
2	Mollisoles	1	1,86
3	Nieve	2	0,32
4	Urbano	1	0,12
5	Roca	1	0,92
6	Sin suelo	15	28,42
7	No definido	8	45,47
Total		55	208,86

Nota. Esta tabla muestra los órdenes de los suelos identificados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Finalmente, se determinó que el orden inceptisol es el principal en la taxonomía del suelo cuyas características esenciales son: suelo negro profundo, de arena fina y media, gran cantidad de materia orgánica en el horizonte superior de 0 a 20 centímetros, estructura granular y saturación de cationes menos del 50%; está presente en 27 zonas cuya superficie total asciende a 131,75 kilómetros cuadrados, lo que representa el 63,08 % de la superficie de la cuenca (*Ver Anexo 8.4.7. Mapa de Tipos de Suelo de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.5. Pendientes de Suelo.

En la Tabla 31 se indica los rangos obtenidos con su respectiva descripción y área calculada.

Tabla 31

Rangos de pendientes del suelo de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

N°	Rango (%)	Descripción	Área (Km ²)
1	0-5	Plano	0,19
2	5-12	Suave o ligeramente ondulado	45,57
3	12-25	Moderadamente ondulado	11,54
4	25-50	Colinado	118,61
5	50-70	Escarpado	32,66
6	> 70	Muy escarpado	0,29
Total			208,86

Nota. Esta tabla muestra los rangos de pendientes del suelo obtenidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por tanto, se determinó que la mayor parte del área de estudio presenta una topografía colinada cuyo rango de inclinación es de 25 a 50% y su superficie es de 118,61 kilómetros cuadrados, donde los procesos de erosión no son acelerados y la productividad es alta (*Ver Anexo 8.4.8. Mapa de Pendientes de Suelo de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.6. Uso Actual del Suelo.

En la Tabla 32 se muestran los usos actuales con su clasificación y su área.

Tabla 32

Usos actuales del suelo de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

N°	Clasificación de suelo	Uso actual del suelo	Área (Km ²)
1	Bi/Bp	Bosque intervenido/Bosque protector	2,33
2	Bi/Pr	Bosque intervenido/Páramo	0,10
3	Bn	Bosque natural	4,00
4	Bp	Bosque protector	1,23
5	Bp-Pn	Bosque protector-Pasto natural	0,84
6	Bp-Pr	Bosque protector-Páramo	4,40
7	Bp/Pc	Bosque protector/Pasto cultivado	0,92
8	Cc	Cultivos de ciclo corto	0,13
9	Cc-Cd	Cultivos de ciclo corto/Cultivo de cebada	3,50
10	Cc-Cp	Cultivos de ciclo corto-Cultivo de papa	6,33
11	Cd-Pc	Cultivo de cebada-Pasto cultivado	4,00
12	Cd-Cp	Cultivo de cebada-Cultivo de papa	0,03
13	Cd/Pc	Cultivo de cebada/Pasto cultivado	0,02
14	Ce	Cultivo de cereales	4,20
15	Ce-Pc	Cultivo de cereales-Pasto cultivado	2,60
16	Ce/Ci	Cultivo de cereales/Cultivos bajo invernaderos	0,84
17	Ce/Cp	Cultivo de cereales/Cultivo de papa	4,45
18	Ci-Cp	Cultivos bajo invernadero-Cultivo de papa	0,68
19	Cm-Pc	Cultivo de maíz-Pasto cultivado	1,37
20	Cm/Cp	Cultivo de maíz/Cultivo de papa	7,80
21	Cm/Pc	Cultivo de maíz/Pasto cultivado	11,60
22	Cp	Cultivo de papa	0,03
23	Cp-Pc	Cultivo de papa-Pasto cultivado	2,55
24	Er	Eriales	5,90
25	On	Nieve y hielo	1,55
26	Pc	Pasto cultivado	29,66
27	Pc/Cc	Pasto cultivado/Cultivos de ciclo corto	13,20
28	Pc/Cm	Pasto cultivado/Cultivo de maíz	8,76
29	Pc/Cp	Pasto cultivado/Cultivo de papa	6,88
30	Pn/Af	Pasto natural/Áreas en fuerte proceso de erosión	0,12
31	Pn/Ap	Pasto natural/Áreas en proceso de erosión	0,78
32	Pn/Bp	Pasto natural/Bosque protector	4,16

Nº	Clasificación de suelo	Uso actual del suelo	Área (Km ²)
33	Pr	Páramo	62,55
34	U	Área urbana	0,77
35	Va	Vegetación arbustiva	3,70
36	Va/Bi	Vegetación arbustiva/Bosque intervenido	1,66
37	Va/Bp	Vegetación arbustiva/Bosque protector	2,63
38	Va/Pc	Vegetación arbustiva/Pasto cultivado	0,89
39	Va/Pr	Vegetación arbustiva/Páramo	1,56
40	Bi/Va	Bosque intervenido/Vegetación arbustiva	0,14
		Total	208,86

Nota. Esta tabla muestra los diferentes usos actuales del suelo dados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

El área de mayor extensión presente en toda la cuenca hidrográfica pertenece al páramo con 62,55 kilómetros cuadrados, cuyo valor representa el 29,95% de la superficie total (*Ver Anexo 8.4.9. Mapa de Uso de suelo de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.7. Erosión del Suelo.

La susceptibilidad de áreas de erosión en la cuenca hidrográfica es nula, es decir, no existen zonas en proceso de erosión de acuerdo con la cartografía digital obtenida del SNI (*Ver Anexo 8.4.10. Mapa de Erosión del Suelo de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*). Sin embargo, no se descarta la presencia de zonas que indiquen pequeños problemas de erosión debido al desplazamiento de la frontera agrícola y ganadera en el área de estudio, provocando así, la fragilidad y susceptibilidad en el suelo, esto se presenció de manera directa en el barrio Umbría.

5.4.1.8. Uso Potencial del Suelo.

Se obtuvo 10 clases con su respectivo uso potencial del suelo, como se aprecia en la Tabla 33 con su respectiva área y cantidad de tierras.

Tabla 33*Usos potenciales del suelo de la cuenca hidrográfica*

Clase	Uso potencial del suelo	Cantidad	Área (Km²)
I	Tierra sin limitaciones	1	0,50
II	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	26	51,04
III	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	12	13,78
IV	Tierras con severas limitaciones, cultivables con métodos intensivos de manejo	64	47,45
V	Tierras no cultivables con severas limitaciones de humedad, aptas para pastos	40	36,83
VII	Tierras no cultivables, aptas para fines forestales	18	29,23
VIII	Tierras aptas para conservación de vida silvestre	15	28,64
Nieve	Nieve	2	0,34
Roca	Roca	1	0,93
Urbano	Urbano	1	0,12
	Total	180	

Nota. Esta tabla muestra los usos potenciales del suelo identificados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Así también, se determinó que en la mayor parte de la cuenca hidrográfica el uso potencial del suelo está dirigido para las tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación con una superficie de 51,04 kilómetros cuadrados con 26 zonas definidas, cuyo valor representa el 24.44% del área total (*Ver Anexo 8.4.11. Mapa de Uso Potencial del Suelo de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.1.9. Áreas Protegidas.

Se identificó tres áreas protegidas que se superponen a la cuenca en estudio de acuerdo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Por tanto, se muestra en la Tabla 34 el nombre de cada una, la normativa legal que rige su aprobación y el área que representa.

Tabla 34*Áreas protegidas de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría*

N°	Nombre	Normativa legal	Área (Km ²)
1	Parque Nacional Cotopaxi	Acuerdo Interministerial No. 0259-A del 11/08/1975	14,08
2	Reserva Ecológica Los Ilinizas	Resolución No. 066 del 11/12/1996. Registro Oficial No. 92 del 19/12/1996	63,06
3	Parea Nacional de Recreación El Boliche	Acuerdo Interministerial No. 0322 del 26/07/1979	1,46
Total			78,60

Nota. Esta tabla muestra las áreas protegidas identificadas. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

La Reserva Ecológica Los Ilinizas fue creada mediante la Resolución No. 066 del 11/12/1996 y el Registro Oficial No. 92 del 19/12/1996, es el área protegida con mayor extensión superficial en la cuenca en estudio con 63,06 kilómetros cuadrados, cuyo valor representa el 30,20% del área total (*Ver Anexo 5.4.12. Mapa de Áreas Protegidas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4.2. Factores Bióticos

5.4.2.1. Flora.

De acuerdo al GAD Parroquial Aloasí (2015, p. 33) la mayor parte de las especies vegetales han sido reconocidas en zonas específicas del Bosque Protector Umbría que no han sido intervenidas por el ser humano o afectadas por incendios forestales que ocurren a menudo en la época de verano, las cuales fueron clasificadas en tres grupos de acuerdo al criterio de uso medicinal, ornamental y alimenticio. Por lo tanto, se identificaron nueve especies que aún se conservan respecto al uso medicinal, que se indican en la Tabla 35.

Tabla 35

Especies de flora medicinal de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis buxifolia</i>	Hoja blanca
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i>	Chiguanto
Asterales	Asteraceae	<i>Gynoxys acostae</i>	Capote
Magnoliales	Winteraceae	<i>Drimys winteri</i>	Casca
Rosales	Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Pujín
Rosales	Urticaceae	<i>Urtica urens</i>	Ortiga
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca
Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav	Sauco
Asparagales	Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i>	Sábila

Nota. Esta tabla muestra las especies principales de la flora medicinal. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

De igual manera, en la Tabla 35 se muestran 20 especies de uso ornamental.

Tabla 36

Especies de flora ornamental de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Apiales	Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui
Poales	Bromeliaceae	<i>Racinaea pseudotetrantha</i>	Huicundo
Rosales	Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i>	Espino blanco
Lamiales	Buddlejaceae	<i>Buddleia incana</i>	Quishuar
Myrtales	Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i>	Pucachaglla
Malpighiales	Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i>	Romerillo
Asterales	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Ñachag
Myrtales	Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i>	Zarcillo
Ranunculales	Berberidaceae	<i>Berberis lehmanii</i>	Cruz-casa
Rosales	Rosaceae	<i>Rubus adenotrichus</i>	Mora silvestre
Asparagales	Orchidaceae	<i>Oncidium cucullatum</i>	Orquídea
Ericales	Myrsinaceae	<i>Geissanthus lepidotus</i>	Pagta
Liliales	Alstromeriaceae	<i>Bomerea pardina</i>	Bromarea
Asterales	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león
Rosales	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	Yagual
Gentianales	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	Cacho de venado
Poales	Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Paja
Fabales	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol
Alismatales	Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Cartucho
Lamiales	Vervaceae	<i>Lantana rugulosa</i>	Supirosa

Nota. Esta tabla muestra las especies principales de la flora ornamental. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Finalmente, se reconocieron cinco especies vegetales respecto al uso alimenticio, indicadas en la Tabla 37.

Tabla 37

Especies de flora alimenticia de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Piperales	Piperaceae	<i>Piper hispidum</i>	Matico
Apiales	Apiaceae	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Sacha zanahoria
Brassicales	Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>	Nabo
Ericales	Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulí

Nota. Esta tabla muestra las especies principales de la flora alimenticia. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.4.2.2.Fauna.

Las especies de fauna identificadas taxonómicamente de acuerdo al orden, familia, nombre científico y nombre común; y clasificadas en mastofauna y avifauna, de acuerdo al GAD Parroquial Aloasí (2015). Por lo tanto, en la Tabla 38 se muestra ocho especies.

Tabla 38

Mastofauna de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de páramo
Caniformia	Cannidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon latebricola</i>	Ratón campestre ecuatoriano
Rodentia	Cricetidae	<i>Thomasomys rhoadsi</i>	Ratón andino de páramo
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri

Nota. Esta tabla muestra las especies principales de la mastofauna. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Asimismo, en la Tabla 39 se indica nueve especies de aves que son consideradas como las más representativas en la zona de estudio.

Tabla 39*Avifauna de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría*

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí colilargo mayor
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Curiquingue
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Águila parda
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothocercus julius</i>	Tinamú pechileonado
Columbiformes	Columbidae	<i>Zentrygon frenata</i>	Paloma perdiz goliblanca
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola torcaza
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pájaro brujo

Nota. Esta tabla muestra las especies principales de la avifauna. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

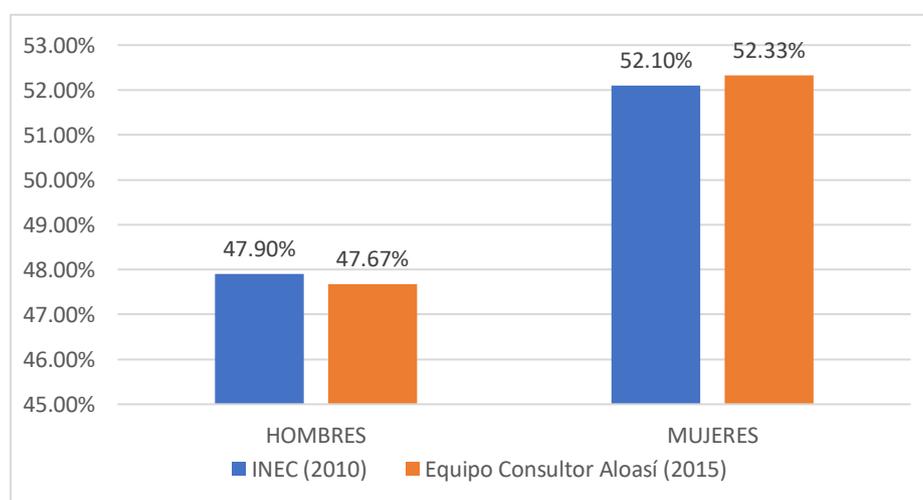
5.3. Análisis Socioeconómico

5.3.1. Demografía

La tasa de crecimiento determinada en la parroquia Aloasí según el INEC (2010) fue de 2,95% de la población por año, y para el año 2015 la proyección se consideró de 11.116 habitantes con una densidad poblacional de 167,64 habitantes por cada metro cuadrado de superficie.

Figura 5

Porcentaje de la población de la parroquia Aloasí según el sexo



Nota. El gráfico muestra porcentaje de la población según el sexo. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.2. *Escolaridad*

Según el INEC (2010) la tasa de escolaridad en la parroquia Aloasí corresponde al 6,10% de la población económicamente activa, ocupando el quinto lugar con respecto a las demás parroquias del cantón Mejía. Por otra parte, de manera general la tasa general de analfabetismo representa el 7,90%, encontrándose en el tercer lugar en relación con las demás parroquias aledañas, para lo cual, se consideró a la cantidad de personas que no saben leer y/o escribir a partir de los 15 años en adelante.

Por lo tanto, en la Tabla 40 se muestra cada uno de los establecimientos con su respectivo cantón, parroquia, circuito y nombre principal.

Tabla 40

Establecimientos educativos en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

N°	Cantón	Parroquia	Circuito	Nombre	Estado
1	Mejía	Machachi	Machachi	Ing. Manuel Germán Gillón	Activa ordinaria
2	Mejía	Machachi	Machachi	Kiwanis	
3	Mejía	Aloasí	El Chaupi-Aloasí	Segundo Miguel Salazar	Activa ordinaria
4	Mejía	Aloasí	El Chaupi-Aloasí	Nasa	
5	Mejía	Aloasí	El Chaupi-Aloasí	Germán Flor	
6	Mejía	El Chaupi	El Chaupi-Aloasí	Luz Emilia Saa	
7	Mejía	El Chaupi	El Chaupi-Aloasí	Los Ilinizas	
8	Latacunga	San Juan de Pastocalle	San Juan de Pastocalle	Leopoldo Rivas Bravo	
9	Latacunga	San Juan de Pastocalle	San Juan de Pastocalle	Atanasio Viteri Karolys	

Nota. Esta tabla muestra los establecimientos educativos identificados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Complementariamente, se representó de manera gráfica la ubicación de todos los establecimientos educativos en el área total de la cuenca (*Ver Anexo 8.4.13. Mapa de Establecimientos Educativos de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.3.3. Salud

La tasa de desnutrición de la parroquia Aloasí según el GAD Parroquial Aloasí (2015) del 3,10% y la tasa de fecundidad de 2,2 hijos por cada mujer fértil.

Respecto a la asistencia médica en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría, se determinó la presencia de dos establecimientos principales, los cuales se indican en la Tabla 41.

Tabla 41

Centros de salud en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

Cantón	Parroquia	Nombre	Nivel	Tipología	Institución
Latacunga	San Juan de Pastocalle	Dispensario La Libertas 3	Primero	Puesto de salud	IESS
Mejía	El Chaupi	El Chaupi	Primero	Centro de salud	MSP

Nota. Esta tabla muestra los establecimientos educativos identificados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Posteriormente, se representó de manera gráfica los establecimientos descritos anteriormente en el área de la cuenca hidrográfica a través del software ArcGIS 10.5 (*Ver Anexo 8.4.14. Mapa de Centros de Salud de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.3.4. Servicios Básicos

Los barrios centrales cuentan con vías adoquinadas cercanas a las vías principales de conexión, agua potable de buena calidad, mayor cobertura de energía eléctrica y alumbrado público y servicio de recolección de desechos sólidos (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

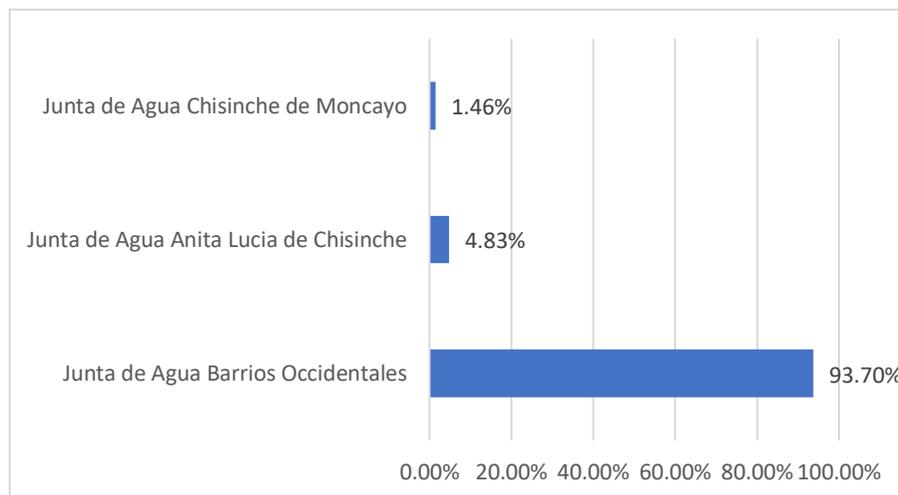
Mientras que, para los barrios periféricos y alejados, especialmente los Barrios Occidentales son perturbados y limitados con el acceso a estos servicios mencionados, por lo tanto, su situación actual es que cuentan con agua entubada, vías de tierra y empedrado, no existe la recolección de desechos sólidos por lo que queman directamente o entierran, pozos sépticos (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.3.4.1. Agua Potable.

En la parroquia Aloasí existen dos formas para la dotación del servicio de agua de consumo, una es por parte de la empresa de agua potable y otra por las juntas de agua, con el 64% y 36% respectivamente. De ésta última, corresponde el 93,70% para la Junta de Agua de los Barrios Occidentales del cual forma parte Umbría, el 4,83% para la Junta de Agua Anita Lucia de Chisinche y el 1,46% para la Junta de Agua de Chisinche de Moncayo (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Como se aprecia en la Figura 6 seguidamente.

Figura 6

Dotación del servicio de agua para consumo por las Juntas de Agua de Aloasí



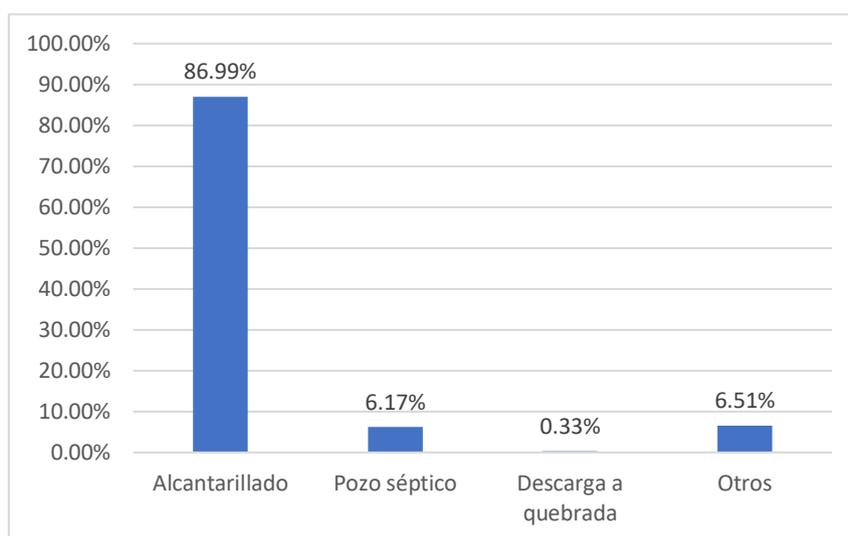
Nota. El gráfico muestra la dotación de agua para consumo humano. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.4.2. Alcantarillado.

El 86,99% de la población total ha accedido a este servicio, mientras que el porcentaje restante de la población representan a los barrios periféricos de la parroquia como es el caso de Umbría, y se encuentra distribuido de la siguiente manera, el 6,17% realizan la descarga mediante un pozo séptico, el 0,33% descargan directamente a la quebrada, y otros con el 6,51% (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Como se aprecia en la Figura 7 a continuación.

Figura 7

Medios de descarga de aguas servidas en la parroquia Aloasí



Nota. El gráfico muestra el porcentaje de descarga de aguas servidas. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.4.3. Energía Eléctrica.

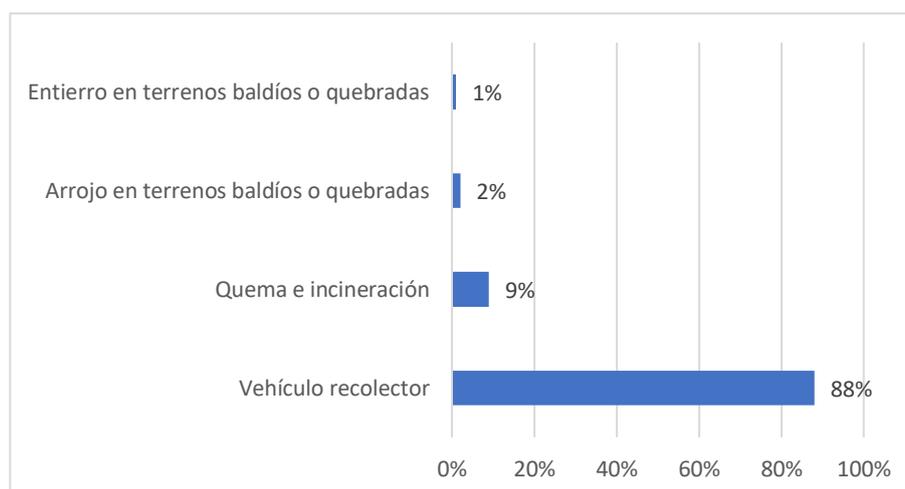
De acuerdo al INEC (2010) el 99,52% de la población cuenta con este servicio y el 1,24% no accede de manera correcta. Por otra parte, de acuerdo a los resultados del Equipo Consultor de Aloasí, en el año 2015 se obtuvo que el 99,24% cuenta con el servicio eléctrico, el 0,30% genera electricidad mediante paneles solares y el 0,45% no cuenta con el servicio en sus hogares (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.3.4.4. Gestión de Desechos Sólidos.

La accesibilidad al servicio de recolección de desechos sólidos es realizada en la parte central de la parroquia Aloasí, por lo que, se limita para los barrios arrabales por su lejanía como es el caso de Umbría, por lo tanto, la eliminación de estos desechos de acuerdo con el INEC (2010) es del 88% a través del vehículo recolector, el 9% la queman y calcinan, el 2% y el 1% la arrojan y entierran en terrenos baldíos o quebradas respectivamente, como se puede apreciar en la Figura 8.

Figura 8

Medios de eliminación de los desechos sólidos según el INEC

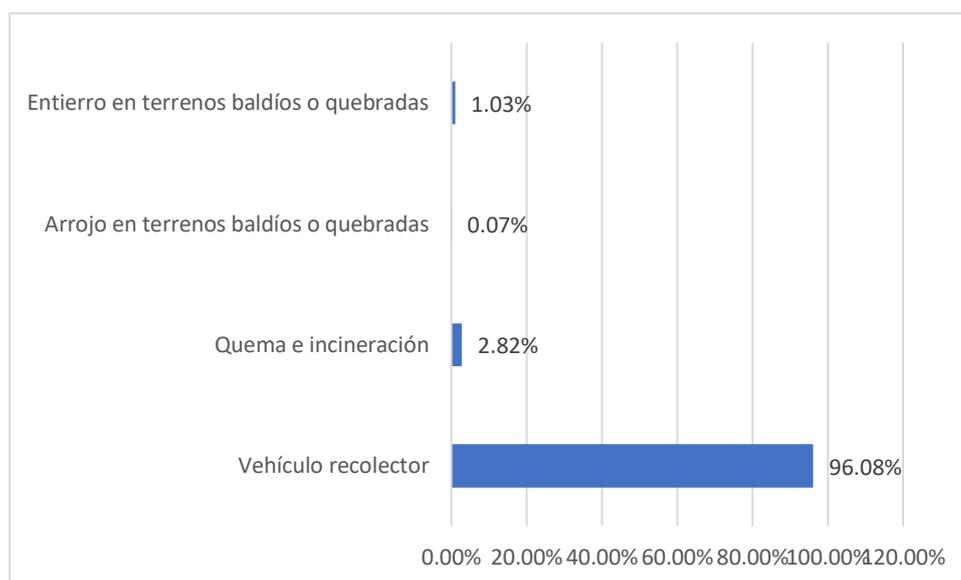


Nota. El gráfico muestra la gestión de desechos sólidos del INEC. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por otra parte, según el Equipo Consultor Aloasí en el año 2015, a través de las encuestas realizadas, determinó nuevos porcentajes, en donde la eliminación de estos desechos es del 96,08% a través del vehículo recolector, el 2,82% la queman y calcinan, el 0,07% y el 1,03% la arrojan y entierran en terrenos baldíos o quebradas respectivamente (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Como se puede apreciar en la Figura 9.

Figura 9

Medios de eliminación de los desechos sólidos según el Equipo Consultor



Nota. El gráfico muestra la gestión de desechos del Equipo Consultor. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.3.5. Principales Actividades Económicas

Los establecimientos económicos en la parroquia Aloasí se encuentran distribuidos de la siguiente manera, el 13% corresponde al segmento agropecuario, el 23% al sector industrial y manufacturero, y el 64% restante abarca al sector comercial y de servicios (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

Dentro del sector agropecuario, en el barrio Umbría se produce primordialmente maíz, papa, habas y hortalizas como haba, lechuga y cebolla que son producidas en las tierras fértiles de la zona en pequeñas y medianas parcelas junto a sus hogares para el consumo propio y posteriormente llevan los productos todos los días domingos para su comercialización en el centro de la parroquia a través de la feria turística comunitaria, a la cual representan como una asociación de agricultores de Umbría que cultivan alimentos orgánicos, sin utilizar productos químicos que afecten a la salud de los consumidores (GAD Parroquial Aloasí, 2015). De igual manera, ocurre con la producción pecuaria que es

destinada para la obtención de carne de ganado vacuno principalmente, así como el avícola y porcino en un segundo plano, y por otra parte se comercializan a los animales vivos a los diferentes compradores que los requieran.

En el sector industrial y manufacturero, cuenta con industrias tales como, lácteas y avícolas principalmente, y en menor cantidad florícolas. Y finalmente, en el sector comercial y de servicios, conformado por pequeñas tiendas de alimentos, restaurantes, hosterías, ferreterías, entre otros (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.3.6. Red Vial

El acceso hacia los diferentes Barrios Occidentales de la parroquia es limitado debido a que todo el sistema vial está constituido por vías secundarias que comprenden aproximadamente 12,22 kilómetros, de donde el 30% son vías que están revestidas por adoquín y piedra, el 50% son vías de tierra, y el 20% restante son caminos de herradura o útiles en tiempo de sequía (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

Complementariamente, se materializó la red vial de manera gráfica donde se obtuvo un total de 114 calles y 1.829 vías en toda el área de estudio (*Ver Anexo 8.4.15. Mapa de Red Vial de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.4. Análisis Cultural

5.4.1. Patrimonio Cultural Tangible

De acuerdo al PDOT del GAD Parroquial Aloasí (2015) los bienes materiales en su mayor parte son las viviendas autóctonas específicamente de un piso construidas con una cubierta de teja, muros de ladrillo y adobe, puertas y ventanas de madera.

Asimismo, se encuentra el santuario religioso de nuestra señora de los Dolores que ha sido construido sobre una planta arquitectónica cuya forma es un polígono irregular, en

donde se conservan principalmente bienes inmuebles patrimonios de la parroquia, que a continuación en la Tabla 42 se ilustran.

Tabla 42

Principales bienes patrimoniales religiosos en la parroquia Aloasí

Patrimonio tangible	Código	Localización del bien
Pintura Bautismo de Jesús	BM-17-03-52-003-08-000021	
Pintura Corazón de Jesús	BM-17-03-52-003-08-000004	Santuario Nuestra Señora de los Dolores
Pintura Virgen del Carmen	BM-17-03-52-003-08-000001	
Textil pendón del Sagrado Corazón de Jesús	BM-17-03-52-001-08-000010	Santuario Nuestra Señora de los Dolores
Escultura Santo	BM-17-03-52-003-08-000009	
Escultura Virgen la Dolorosa	BM-17-03-52-003-08-000007	
Escultura Virgen de la Inmaculada	BM-17-03-52-003-08-000010	Santuario Nuestra Señora de los Dolores
Escultura Santo Francisco	BM-17-03-52-003-08-000005	
Escultura Cristo Resucitado	BM-17-03-52-003-08-000020	Santuario Nuestra Señora de los Dolores
Escultura San José	BM-17-03-52-003-08-000003	

Nota. Esta tabla muestra los bienes patrimoniales en la parroquia. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.4.2. Patrimonio Cultural Intangible

5.4.2.1. Celebridades y Fiestas.

En conjunto, los Barrios Occidentales y los demás de la parroquia, colaboran con alimentos, animales o económicamente a la Junta Parroquial para la conmemoración de la fundación civil de la parroquia Santa Ana de Aloasí dada el 29 de mayo de 1861 (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Para lo cual realizan una misa precedida por el párroco, y luego organizan una fiesta general junto con las clásicas corridas de toros populares para todos los habitantes presentes de la zona acompañada de banda de pueblo, y preparan un plato típico para su alimentación con bebidas fermentadas y alcohólicas. De igual manera, en el mes de mayo los habitantes de toda la parroquia rinden culto a la Virgen María en todo el mes, por

lo que los días sábados se concentran a las 04H00 de la mañana para salir al rezo del rosario de la Aurora por las calles, cargando a la imagen de la Virgen por cuatro personas, y las demás acompañan, y finalmente llegan a la Iglesia central a escuchar la misa conmemorativa (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.4.2.2.Medicina Ancestral.

La mayoría de las familias de los barrios que conforman la zona de estudio, dentro de sus áreas destinadas para el cultivo de alimentos, cuentan además con varias plantas de tipo medicinal que son empleadas para preparar aguas curativas que alivian y eliminan algunas dolencias físicas que padezca el cuerpo, esencialmente son por ejemplo, la manzanilla que es usada para calmar el dolor abdominal; la ortiga permite reducir las dolencias de alto valor muscular; el toronjil contribuye a relajar a las personas que se encuentran con estados de ánimo alterados o de agitación, ya sea la depresión o ansiedad; el orégano es utilizado para trata trastornos gastrointestinales y de vías urinarias; el romero contribuye a la eliminación de sustancias que puedan ocasionar algún tipo de intoxicación en el organismo; y la hierba luisa que es destinada para curar infecciones estomacales y relajante para los nervios. De las especies mencionadas, son las que representan mayor uso y conocimiento muestran por los habitantes de la zona de estudio, que han obtenido estos conocimientos de sus antepasados que han sido transmitidos de generación en generación.

5.4.2.3.Conocimiento Ancestral de la Naturaleza.

La zona geológica de la cuenca del Bosque Protector Umbría data del periodo cuaternario cuyo origen es volcánico con presencia de piroclastos, lahares y flujos de lava; por lo tanto, presenta una superficie montañosa, y un tipo de suelo de textura media, rico en nutrientes que son de gran importancia para el desarrollo de las actividades productivas. Por lo que, sus habitantes consideran los productos que se pueden obtener de acuerdo a este tipo

de características físicas, químicas y biológicas del suelo destinadas para su alimentación (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.4.2.4. Gastronomía.

En esta zona, la gastronomía representa la identidad y cultura de la población propia de la región andina, por lo que es diversa y semejante con las demás zonas aledañas, y además representa una actividad que aporta al turismo y fortalece el ingreso económico. Por lo tanto, principalmente los platos típicos que han sido reconocidos por las habitantes y miembros de la Junta de Agua de los Barrios Occidentales son como el caldo de gallina, yaguarlocro, cariucho, cuy asado, tortillas con caucara y trucha frita, que son conservados y degustados desde hace varias décadas atrás y transmitidos por sus antepasados. También, se cuenta con otros tipos de comida como el encebollado, caldo de bagre, guatita, entre otros. Es importante mencionar que los platos descritos son preparados con los productos que son cultivados en las huertas de sus propios terrenos, es decir, son orgánicos y saludables para el ser humano.

5.4.2.5. Bailes Típicos.

De manera general, los habitantes de todos los barrios que conforman la parroquia incluyendo el de Umbría participan principalmente en el paseo procesal del chagra que es realizado en conmemoración a tres sucesos históricos, es decir, por la cantonización de Mejía el 23 de julio de 1883, la erupción del volcán Cotopaxi en el año de 1877 y el festejo del Apóstol Santiago quien es el patrono de dicha ciudad; por tanto, asisten jinetes con sus mejores caballos, vistiendo cada uno el atuendo del reconocido chagra andino que representa al hombre que había surgido por la unión del indígena y el colono, que pronto se convirtió en el guardián de los páramos y cuya vestidura resalta un zamarro, poncho, bufanda y sombrero (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.4.2.6.Leyendas.

Una de las leyendas más reconocidas por los habitantes, es la que exhorta a dos de las tres mulas que cumplían con transportar imágenes perdieron su dirección en el sector; donde la una mula se quedó en una escuela de Machachi, que en la actualidad lleva el nombre de Señor de la Santa Escuela que se refiere al patrono de esa comunidad; la otra mula se dirigió a Aloasí con la Virgen de los dolores; y la última se encaminó a Quito, llevando la imagen del Señor de la Buena Esperanza. De acuerdo al sacerdote Edison Sotomayor, la imagen de la escuela quiteña destacó e impulsó la devoción de la población de Aloasí y sus pueblos que la conforman como Umbría que le tienen a dicha figura, y cada 15 de septiembre se conmemora a través de un acto penitenciaro conocido como la caminata Mariana, que empieza el 14 de septiembre a las 22H00 en el barrio San Bartolo de la ciudad de Quito y llegan a la parroquia al día siguiente alrededor de las 06H00 para empezar con la festividad a través de la misa de sanación y acompañada de su celebración y festejo (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.4.2.7.Actividades Económicas.

La agricultura y ganadería en toda la cuenca hidrográfica son las actividades económicas que mayor ingreso generan (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Debido a las tierras fértiles para la siembra, evidentemente se encuentra la actividad agrícola donde se obtienen productos como el maíz, la papa y hortalizas. De manera complementaria, se encuentra la actividad pecuaria dirigida a la crianza de ganado vacuno y otros animales como pollos, cerdos, cuyes y conejos; y a la producción de leche que se presenta en mayor cantidad debido a la gran cantidad de pastizales en la zona y es distribuida a las industrias lácteas o queseras directamente o mediante tanqueros que recolectan la leche por todo el poblado de Umbría y lo revenden a precios más elevados (GAD Parroquial Aloasí, 2015). La producción de ganado vacuno es considerada como un factor común en la zona de estudio debido a que es

aprovechado el pasto y rechazo en sus lotes de terreno para la crianza y comercialización en pie de estos animales, por parte de negociantes. Así también, la crianza y distribución de los pollos es realizada en menor producción por los habitantes que los destinan para su propio consumo, venta al por menor y obtención de huevos (GAD Parroquial Aloasí, 2015). Así también, se encuentra la producción de cerdos, cuyes y conejos que son criados de manera tradicional a partir de balanceado de crecimiento y engorde, restos de cosechas y hortalizas; para luego ser consumidos y comercializados entre vecinos, y también por negociantes que se llevan a los animales para revenderlos en otros mercados del cantón Mejía, como el de Machachi principalmente (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.4.2.8. Vestimenta.

La vestimenta tradicional empleada por los habitantes en la zona de estudio perteneciente a la parroquia Aloasí compuesta de trajes ancestrales, en el caso para las mujeres consta de un faldón de colores llamativos, blusa blanca bordada, faja central y de cabello, chal, sombrero de paño y alpargatas. Por otra parte, para el hombre su vestuario se compone de un poncho rayado, camisa blanca, zamarro y botas de cuero, bufanda, sombrero de paño y espuelas (GAD Parroquial Aloasí, 2015).

5.5. Zonificación Ecológica Económica

A partir de la realización de un análisis integral que incorporó los aspectos histórico-cultural, de valor ecológico, productivo de acuerdo a los recursos naturales, económico y conflictivo en la utilización del suelo; se evaluó el proceso de la zonificación ecológica económica obteniendo así, tres zonas fundamentales en la cuenca del Bosque Protector Umbría, tales son de producción, ecológica y de uso múltiple.

5.5.1. Zona de Producción

En esta zona se desarrolla las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, en donde se obtuvo ocho sistemas de producción y se indican en la Tabla 43 de acuerdo a su código, cantidad existente y área total en la cuenca.

Tabla 43

Zonas de los sistemas de producción en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría

N°	Código	Sistema de producción	Cantidad	Área (Km ²)
1	ASO	Asociativo	1	6,31
2	CO	Combinado	5	6,93
3	CO/MEFA	Combinado/Mercantil familiar	5	50,6
4	EMP	Empresarial	2	1,51
5	MA	Marginal	3	0,45
6	MEFA	Mercantil familiar	11	19,44
7	S/U	Sin uso agropecuario	5	93,23
8	TCA	En transición capitalista	7	30,39
	Total		39	208,86

Nota. Esta tabla muestra las diversas zonas del sistema de producción. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Se determinó el sistema productivo de mayor área presente en la cuenca, el cual es el que se encontró sin uso agropecuario con 93,23 kilómetros cuadrados, cuya superficie representa el 44,64% del total de la zona de estudio (*Ver Anexo 8.4.16. Mapa de Sistemas de Producción de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.5.2. Zona Ecológica

En esta zona se identificó ecosistemas frágiles que requieren necesariamente estar protegidos y conservados, considerando la magnitud de los impactos ambientales que generan los asentamientos urbanos aledaños a los recursos naturales de la cuenca. Por lo tanto, se obtuvo 10 zonas ecológicas, las cuales se muestran en la Tabla 44 con su respectivo código, cantidad y área que representa.

Tabla 44*Zonas ecológicas en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría*

N°	Código	Descripción	Cantidad	Área (Km ²)
1	bhMB-bmhM	Bosque Húmedo Montano Bajo - Bosque Muy Húmedo Montano	1	8,1
2	ppSA	Bosque Pluvial Subalpino	5	4
3	ALPINO	Alpino	3	1,4
4	ppSA-AES	Bosque Pluvial Subalpino - Asociación Edáfica Seca	1	1,25
5	bhM	Bosque Húmedo Montano	2	2,95
6	NIVAL	Nival	1	3,1
7	bhMB	Bosque Húmedo Montano Bajo	1	0,7
8	bmhM-ppSA	Bosque Muy Húmedo Montano - Bosque Pluvial Subalpino	2	41,9
9	bmhM	Bosque Muy Húmedo Montano	1	143,61
10	bhM-AES	Bosque Húmedo Montano - Asociación Edáfica Seca	2	1,85
Total			19	208,86

Nota. Esta tabla muestra las zonas ecológicas identificadas. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Se precisó la zona ecológica de mayor área en toda la cuenca, la cual es el Bosque Muy Húmedo Montano con 143,61 kilómetros cuadrados que representa el 68,76% de la superficie total de la zona en estudio (*Ver Anexo 8.4.17. Mapa de Ecología de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.5.3. Zona de Uso Múltiple

El área total de la zona de uso múltiple en la cuenca ha sido identificada por medio de la zona urbana cuya superficie es de 0,70 kilómetros cuadrados, representada por el desarrollo de actividades productivas y de vivienda. Por tanto, se muestra en la Tabla 45 las zonas de acuerdo a su nombre, descripción general y el área total que conforma.

Tabla 45*Zonas de uso múltiple en la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría*

N°	Nombre	Descripción	Área (Km2)
1	Machachi	Cabecera cantonal	0,04
2	Tambopamba	Poblado	0,05
3	La Libertad	Poblado	0,05
4	Curiquingue	Poblado	0,07
5	San José	Poblado	0,35
6	El Chaupi	Cabecera cantonal	0,14
Total			0,70

Nota. Esta tabla muestra las zonas de uso múltiple identificadas. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Posteriormente, se determinó la zona de mayor extensión, la cual es San José, ubicada en el cantón Mejía y cuenta con una superficie de 0,35 kilómetros cuadrados cuyo valor representa el 0,17% del área total de la zona en estudio (*Ver Anexo 8.5.18. Mapa de Zonas Urbanas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría*).

5.6. Aplicación del ICA-NSF

5.6.1. Puntos de Muestreo de Agua

En la Tabla 46, se muestran las denominaciones de los puntos de muestreo con sus respectivas coordenadas geográficas.

Tabla 46*Puntos de muestreo para el análisis de la calidad de agua por el ICA-NSF*

Denominación	Sitio	Longitud	Latitud	Altura (m.s.n.m)
Agua Potable 1	Captación en la fuente hídrica (ojo de agua y quebrada Cumbiteo)	78°37'50.31 O	0°33'22.87 S	3.458
Agua Potable 2	Salida del reservorio de agua potable	78°37'49.67 O	0°33'22.78 S	3.456
Agua Potable 3	Última vivienda en el barrio Umbría	78°37'33.64 O	0°33'30.80 S	3.380

Nota. Esta tabla muestra los tres puntos de muestreo definidos con su respectiva coordenada geográfica y altura para el análisis del ICA-NSF. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

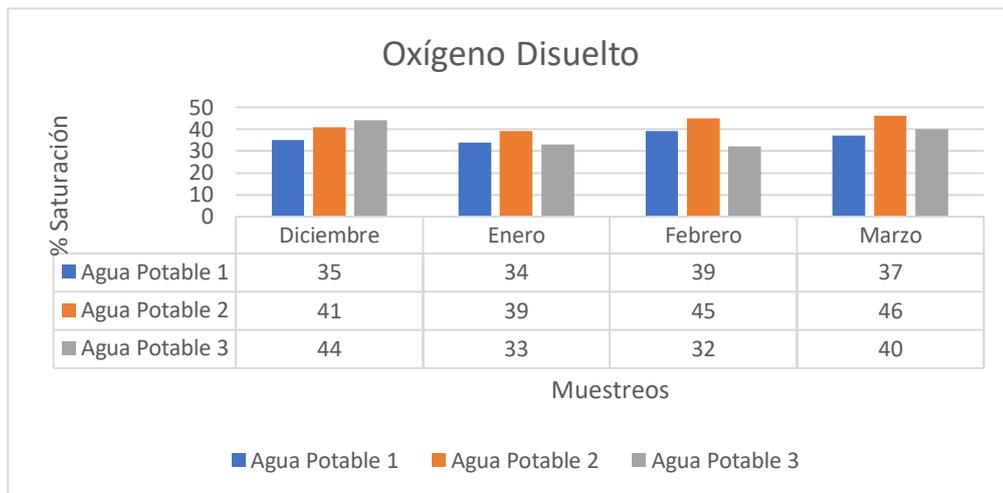
5.6.2. Parámetros Medidos en Campo

5.6.2.1. Oxígeno Disuelto.

En la Figura 10, se muestra la variación de oxígeno disuelto del agua, por cada muestreo y punto analizado medidos en el tanto por ciento de oxígeno de saturación.

Figura 10

Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto



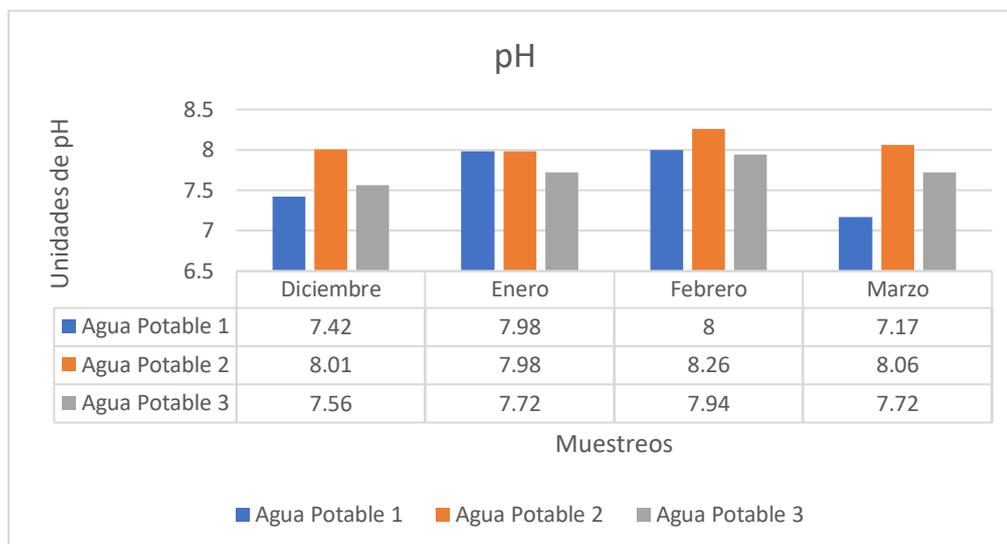
Nota. El gráfico muestra los resultados del oxígeno disuelto medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.2.2.pH.

En la Figura 11, se indica los resultados para el potencial de hidrógeno de acuerdo a cada muestreo; todos se encuentran medidos en unidades de pH.

Figura 11

Variación espacial y temporal del potencial de hidrógeno



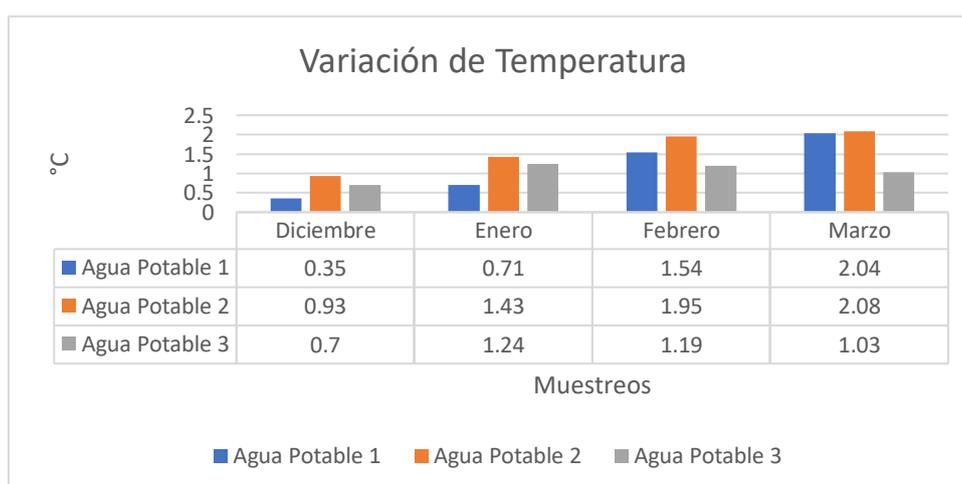
Nota. El gráfico muestra los resultados de los pH medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.2.3. Temperatura.

En la Figura 12, se indica los resultados para la variación de temperatura de acuerdo a cada muestreo y punto analizado; todos se encuentran medidos en grados centígrados.

Figura 12

Variación espacial y temporal del cambio de temperatura



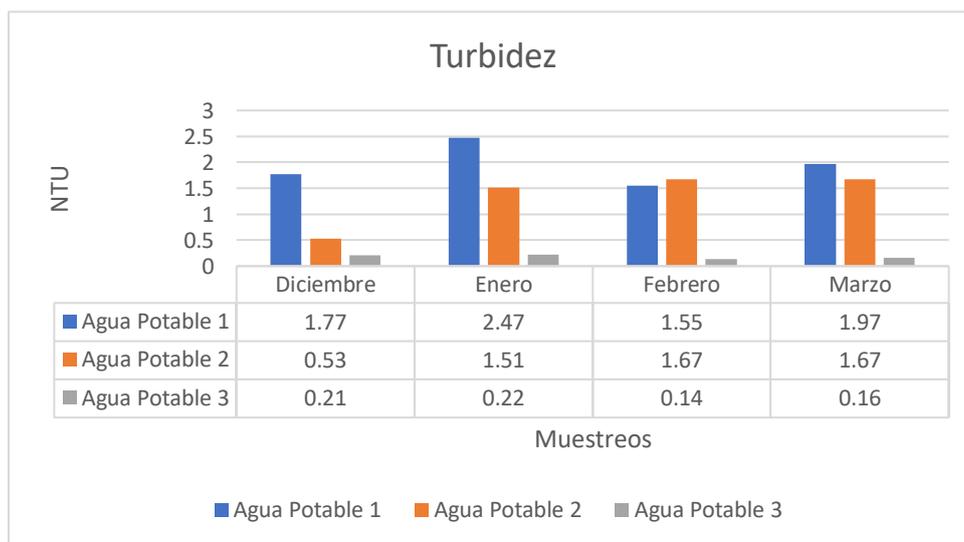
Nota. El gráfico muestra los resultados del cambio de temperatura. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.2.4. Turbidez.

En la Figura 13, se indica los resultados para la turbidez de acuerdo a cada muestreo y punto analizado; todos se encuentran medidos en Unidades Nefelométricas de Turbidez.

Figura 13

Variación espacial y temporal de la turbidez



Nota. El gráfico muestra los resultados de la turbidez medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

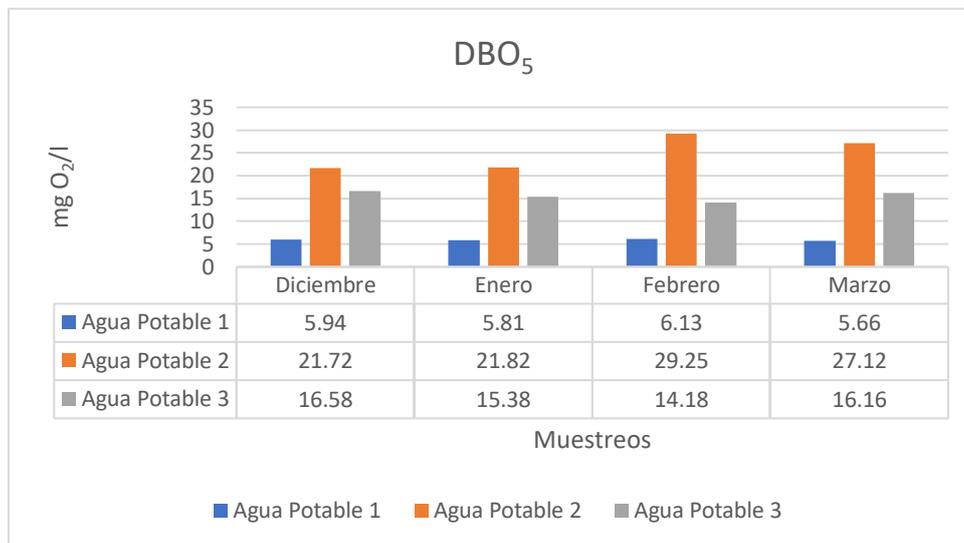
5.6.3. *Parámetros Medidos en el Laboratorio*

5.6.3.1. DBO₅.

En la Figura 14, se indica los resultados para la DBO₅ de acuerdo a cada muestreo y punto analizado; todos se encuentran medidos en miligramos de O₂ por litro de muestra.

Figura 14

Variación espacial y temporal de la DBO5



Nota. El gráfico muestra los resultados de la DBO₅ medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.3.2.DQO.

En la Figura 15, se indica los resultados para la demanda química de oxígeno, que fueron de cero miligramos de O₂ por litro de muestra.

Figura 15

Variación espacial y temporal de la DQO



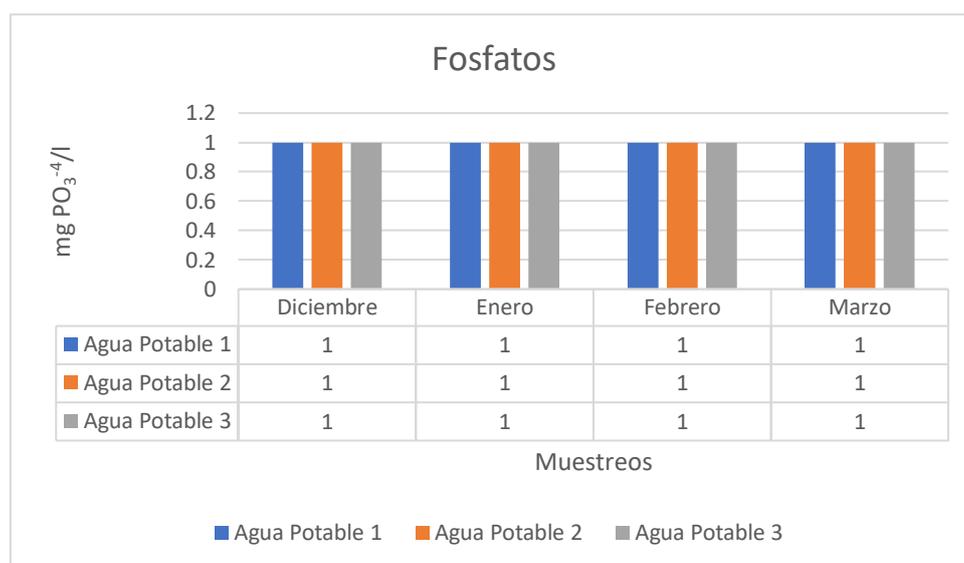
Nota. El gráfico muestra los resultados de la DQO medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.3.3.Fosfatos.

En la Figura 16, se indica los resultados para los fosfatos de acuerdo a cada muestreo y punto analizado, en donde el resultado ha sido definido de manera generalizada cuyo valor fue de 1 miligramo de PO_4^{3-} por cada litro de muestra.

Figura 16

Variación espacial y temporal de los fosfatos



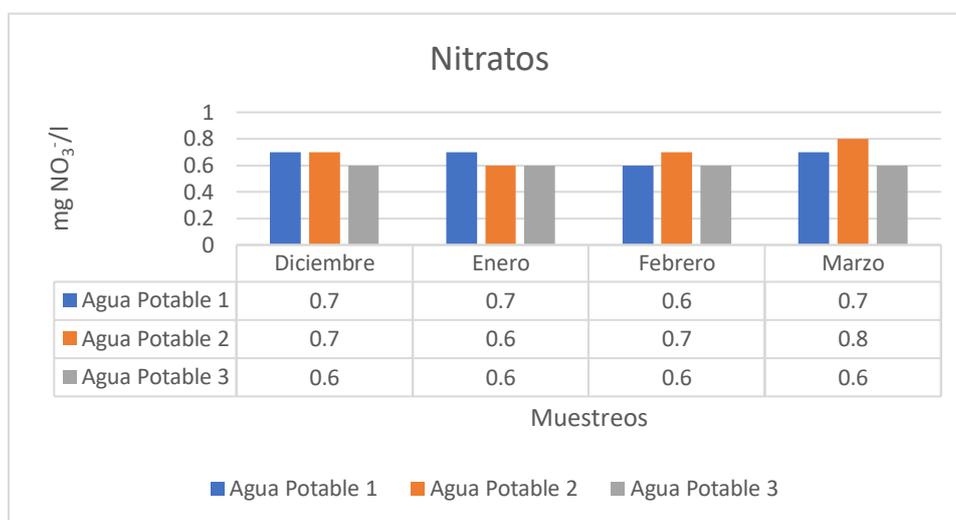
Nota. El gráfico muestra los resultados de los fosfatos medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.3.4.Nitratos.

En la Figura 17, se indica los resultados para los nitratos de acuerdo a cada muestreo y punto analizado; todos se encuentran medidos en miligramos de NO_3^- por litro de muestra.

Figura 17

Variación espacial y temporal de los nitratos



Nota. El gráfico muestra los resultados de los nitratos medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.3.5. Sólidos Disueltos Totales.

En la Figura 18, se indica los resultados para los sólidos disueltos totales; todos se encuentran medidos en miligramos por litro de muestra.

Figura 18

Variación espacial y temporal de los sólidos totales disueltos



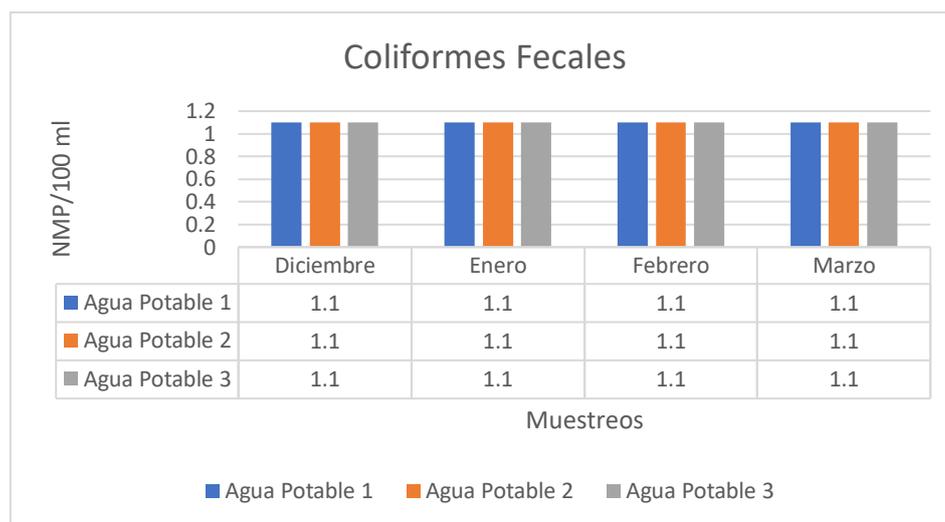
Nota. El gráfico muestra los resultados de los sólidos totales disueltos medidos. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.3.6. Coliformes Fecales.

En la Figura 19, se indica los resultados obtenidos para la concentración de coliformes fecales.

Figura 19

Variación espacial y temporal de los coliformes fecales



Nota. El gráfico muestra los resultados de los coliformes fecales. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.4. Índice de Calidad de Agua ICA-NSF por Muestreo

En la Tabla 47 se muestran los resultados de los índices de calidad de agua ICA-NSF.

Tabla 47

Resultados de los índices de calidad de agua ICA-NSF

Punto de muestro	Sitio	Mes	Año	ICA-NSF	Calidad de agua obtenida
Agua Potable 1	Captación en la fuente hídrica (ojo de agua y quebrada Cumbiteo)	Diciembre	2019	64,71	Regular
		Enero		63,82	Regular
		Febrero	2020	64,45	Regular
		Marzo		64,22	Regular
Agua Potable 2	Salida del reservorio de agua potable	Diciembre	2019	56,09	Regular
		Enero		55,26	Regular
		Febrero	2020	51,80	Regular
		Marzo		53,39	Regular

Punto de muestro	Sitio	Mes	Año	ICA-NSF	Calidad de agua obtenida
Agua Potable 3	Última vivienda en el barrio Umbría	Diciembre	2019	59,93	Regular
		Enero		57,26	Regular
		Febrero	2020	57,02	Regular
		Marzo		58,52	Regular

Nota. Esta tabla muestra los resultados del índice ICA-NSF. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

La calidad de agua obtenida en cada punto y muestreo realizado respectivamente, ha sido regular de manera generalizada, debido a que los resultados del índice de calidad calculados se encuentran entre 51,80 y 64,71 unidades, ubicándose en el rango central cuya calidad es semejante entre todos.

5.6.5. Criterios de Usos Establecidos por el ICA-NSF

La calidad de agua en los tres puntos analizados ha sido regular, encontrándose en el rango de 51 a 70 unidades, lo que presenta un grado de contaminación considerable por diversos agentes, y requiere del proceso de potabilización para el consumo humano; y de acuerdo al aspecto biológico presenta menor diversidad de organismos acuáticos y mayor frecuencia en el crecimiento de algas.

5.6.6. Variabilidad del ICA-NSF

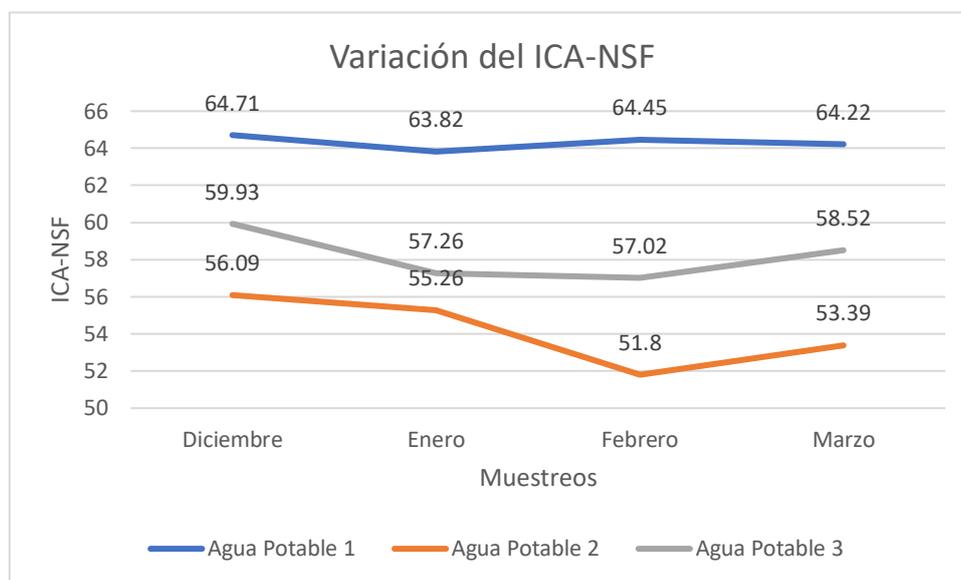
En la Figura 20, los índices de calidad de agua calculados en cada punto de muestreo durante los meses descritos presentaron una variación menor y de forma semejante, de modo que para el punto “Agua Potable 1” la variación a partir del primer muestreado fue de 1,38% en el mes de enero, 0,40% para el mes de febrero y 0,76% en el mes de marzo de 2020.

En el punto “Agua Potable 2” la variación en el mes de enero fue de 1,48%, en el mes de febrero fue de 7,65% y en el mes de marzo fue de 4.81%.

Y finalmente, en el punto “Agua Potable 3” la variación en el mes de enero fue de 4.46%, en el mes de febrero fue de 4,86% y en el mes de marzo fue de 2,35%.

Figura 20

Variación del ICA-NSF en cada punto de muestreo realizado



Nota. El gráfico muestra la variación de los resultados del ICA-NSF. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.7. Variación del Caudal en el ICA-NSF

En la Tabla 48, se indica los resultados para los caudales de acuerdo a cada muestreo y punto analizado; cuyos valores en el punto “Agua Potable 1” están entre 6,44 y 7,22, en el punto “Agua Potable 2” están entre 6,54 y 7,50, y por último en el punto “Agua Potable 3” están entre 4,17 y 4,82; todos se encuentran medidos en litros por segundo.

Tabla 48

Caudales medidos en la quebrada Cumbiteo por cada muestreo

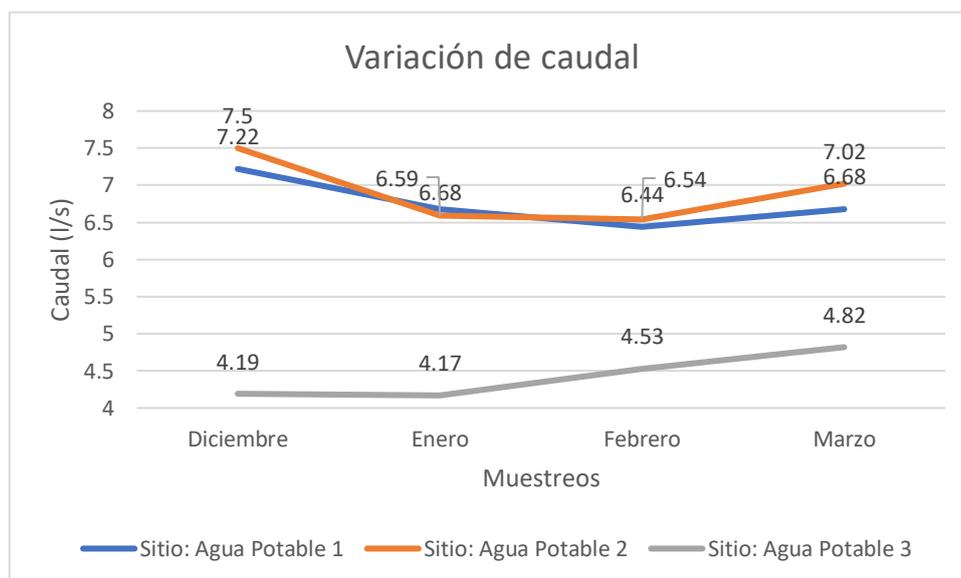
Punto de muestreo	Sitio	Caudal (l/s)			
		Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Agua Potable 1	Captación en la fuente hídrica (ojo de agua y quebrada Cumbiteo)	7,22	6,68	6,44	6,68
Agua Potable 2	Salida del reservorio de agua potable	7,50	6,59	6,54	7,02
Agua Potable 3	Última vivienda en el barrio Umbría	4,19	4,17	4,53	4,82

Nota. Esta tabla muestra la variación de los caudales medidos de acuerdo a cada punto de muestreo definido y en cada uno de los cuatro meses estimados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

En la Figura 21, se muestra la variación de caudal en cada punto de muestreo realizado, donde se obtuvo una variación menor en común y no significativa.

Figura 21

Variación de los caudales en cada punto de muestreo y mes analizado



Nota. El gráfico muestra la variación de los caudales. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.6.8. Comparación de los Resultados de los Muestreos realizados con la Legislación Ambiental Vigente

En la Tabla 49, se analiza los valores obtenidos por cada parámetro analizado en campo, de acuerdo a los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico del Anexo 1 del Libro VI del TULSMA. Por lo tanto, el parámetro del oxígeno disuelto no cumplió con el valor no menor a 6 mg O₂/l, excepto en el muestreo realizado en febrero y marzo de 2020 del punto “Agua Potable 2” que sí lo hizo. Por otra parte, los parámetros de pH, temperatura y turbidez sí cumplen con el valor expresado según la normativa vigente ambiental mencionada.

Tabla 49*Comparación de los parámetros medidos en campo con el Libro VI del TULSMA*

Parámetro	Punto de muestreo	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Límite máximo permisible
Oxígeno disuelto (mg O ₂ /l)	Agua Potable 1	5,06	4,89	5,36	5,17	No menor a 6
	Agua Potable 2	5,60	5,36	6,02	6,12	
	Agua Potable 3	5,43	4,75	5,15	5,53	
Potencial de hidrógeno (unidades de pH)	Agua Potable 1	7,42	7,98	8,00	7,17	6-9
	Agua Potable 2	8,01	7,98	8,26	8,06	
	Agua Potable 3	7,56	7,72	7,94	7,72	
Temperatura (°C)	Agua Potable 1	12,05	11,79	10,76	10,26	Condición Natural +/- 3 °C
	Agua Potable 2	11,48	11,08	10,35	10,23	
	Agua Potable 3	11,70	11,26	10,39	11,28	
Turbidez (NTU)	Agua Potable 1	1,77	2,47	1,55	1,97	100
	Agua Potable 2	0,53	1,51	1,67	1,67	
	Agua Potable 3	0,21	0,22	0,14	0,16	

Nota. Esta tabla muestra la comparación de los resultados obtenidos de los parámetros de calidad medidos en campo con los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, de acuerdo a cada punto de muestreo definido y en cada uno de los cuatro meses estimados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Así mismo, los resultados obtenidos del parámetro de la DBO₅ no cumplen con la normativa vigente ambiental, es decir, son superiores a 2 mg O₂/l. Por otro lado, los parámetros de la DQO, fosfatos, nitratos, sólidos disueltos totales y coliformes fecales sí

cumplen con dicho límite respectivamente, por lo que estos son valores inferiores para su cumplimiento legal, como se aprecia en la Tabla 50.

Tabla 50

Comparación de los parámetros medidos en laboratorio con el Libro VI del TULSMA

Parámetro	Punto de muestreo	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Límite permisible
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	Agua Potable 1	5,94	5,81	6,13	5,66	
	Agua Potable 2	21,72	21,82	29,25	27,12	< 2
	Agua Potable 3	16,58	15,38	14,18	16,16	
DQO (mg O ₂ /l)	Agua Potable 1	0	0	0	0	< 4
	Agua Potable 2	0	0	0	0	
	Agua Potable 3	0	0	0	0	< 4
Fosfatos (mg PO ₄ ³⁻ /l)	Agua Potable 1	1	1	1	1	
	Agua Potable 2	1	1	1	1	1,5
	Agua Potable 3	1	1	1	1	
Nitratos (mg NO ₃ ⁻ /l)	Agua Potable 1	0,7	0,7	0,6	0,7	
	Agua Potable 2	0,7	0,6	0,7	0,8	50
	Agua Potable 3	0,6	0,6	0,6	0,6	
Sólidos disueltos totales (mg/l)	Agua Potable 1	106	105	105	106	1.000
	Agua Potable 2	100	96	100	100	
	Agua Potable 3	90	85	86	86	1.000
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Agua Potable 1	1,1	1,1	1,1	1,1	
	Agua Potable 2	1,1	1,1	1,1	1,1	1.000
	Agua Potable 3	1,1	1,1	1,1	1,1	

Nota. Esta tabla muestra la comparación de los resultados obtenidos de los parámetros de calidad medidos en laboratorio con los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, de acuerdo a cada punto de muestreo definido y en cada uno de los cuatro meses estimados. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por lo tanto, según los resultados presentados, existe mucha variabilidad en cuanto al índice ICA-NFS, lo que corrobora con las guías que presenta la OMS (2008), el cual indica que incluso “una serie de resultados analíticos no permite determinar ni describir completamente el riesgo que supone para la salud pública” (p.33), por lo tanto, debe existir análisis periódicos del agua inmediatamente después de ser tratada, para garantizar que el consumidor tenga acceso a agua potable inocua. En cuanto a los parámetros medidos en campo y en laboratorio, según la OMS (2008) indica que “las disposiciones jurídicas y de organización destinadas a garantizar el cumplimiento de las leyes, normas o códigos de prácticas relativos al agua de consumo contemplarán normalmente la intervención de un organismo de vigilancia independiente”, de manera que el presente trabajo está de acuerdo, debido a que todos los parámetros han sido comparados con el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

5.7. Aplicación del ABI

5.7.1. Puntos de Muestreo de Macroinvertebrados

En la Tabla 51, se indica la localización de los puntos donde se realizó el muestreo de especies de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 51

Puntos de muestreo para el análisis de la calidad de agua por el ABI

Punto de muestro	Sitio	Longitud	Latitud	Altura (m.s.n.m)
Punto Macroinvertebrado 1	Punto Alto en la quebrada Cumbiteo	78°37'53.09 O	0°33'20.48 S	3.496
Punto Macroinvertebrado 2	Punto Medio en la quebrada Cumbiteo	78°37'51.27 O	0°33'20.93 S	3.476
Punto Macroinvertebrado 3	Punto Bajo en la quebrada Cumbiteo	78°37'49.14 O	0°33'21.54 S	3.446

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo en la parte alta, media y baja de la quebrada Cumbiteo. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.7.2. Calidad Hidromorfológica

En la Tabla 52 se indica los valores calculados cualitativamente de acuerdo con cada característica descrita de la calidad.

Tabla 52

Evaluación de la calidad hidromorfológica en la quebrada Cumbiteo

Características Hidromorfológicas	Sitios de muestreo		
	Punto Alto	Punto Medio	Punto Bajo
Estructura y naturalidad de la vegetación de la ribera	5	1	5
Continuidad de la vegetación de la ribera	5	3	3
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos	5	1	1
Presencia de basuras y escombros	5	5	2
Naturalidad del canal fluvial	5	1	3
Composición del sustrato	6	6	6
Regímenes de velocidad y profundidad del río	2	2	1
Elementos de heterogeneidad	3	4	4
Total	36	23	25
Calidad hidromorfológica final	Excelente	Moderada	Moderada

Nota. Esta tabla muestra la valoración cualitativa a las características Adaptado de Encalada et al., (2011).

De acuerdo con la primera característica, de estructura y naturalidad de la quebrada en los puntos de muestreo alto y bajo recibieron el valor de cinco, debido a que está compuesta por un bosque mixto que presenta una vegetación bastante natural, lo que significó que es excelente; al contrario, en el punto medio presentó a su alrededor cultivos y pastos, razón por la cual, la vegetación no es del todo natural y recibió el valor de uno, siendo mala.

En la siguiente característica, es decir, en la continuidad de la vegetación de la ribera a lo largo de la quebrada, el punto alto recibió un valor de cinco, debido a que no presentó en su alrededor pastos o cultivos, es decir, tuvo una vegetación continua; y en el punto medio y bajo, se dio un valor de tres, ya que presentó parches de pastos, cultivos e infraestructura sólida, razón por la cual, tuvo una continuidad moderada.

Posteriormente, en la característica de la conectividad de la vegetación de la quebrada respecto a los elementos adyacentes o próximos, para el punto de muestreo medio y bajo recibieron el valor de uno, debido a que el paisaje de la ribera se combinó con áreas de pastos y cultivos que incluyó la infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable para consumo humano situada en el barrio Umbría; por otra parte, en el punto alto recibió el valor de cinco, debido a que la ribera estuvo compuesta de vegetación natural al 75%.

Con respecto a la presencia de basura a lo largo de la quebrada, el punto alto y medio recibieron el valor de cinco porque no existió la presencia de escombros ni basura, mientras que, en el punto bajo, se dio el valor de dos por la poca cantidad de basura que puede ser fácilmente removida en un día.

Por consiguiente, para la naturalidad del canal fluvial, el punto alto recibió el valor de cinco, debido a que no presentó signos de que el cauce haya sido modificado ni tampoco se notó la presencia de cemento o infraestructuras sólidas; por el contrario, en el punto medio se dio el valor de uno, dado que su alrededor fue modificado por una estructura sólida, razón por la cual su naturalidad es mala.

Finalmente, en el punto bajo se asignó el valor de tres, debido a que las terrazas adyacentes a la quebrada han sido modificadas para pastos de ganado, por lo que, el grado de naturalidad es moderado.

Por otra parte, a las siguientes tres características se suman un punto extra por cada elemento presentado, es decir, no reciben el valor de calidad como las anteriores. Es así, que para la composición del sustrato en los tres puntos de muestreo se les dio el valor de seis, dado que en cada punto hubo sustratos de bloques, piedras, cantos rodados, grava, arcilla y arena.

Seguidamente, para los regímenes de velocidad de la quebrada, se tomó en cuenta los caudales, para lo cual, en el punto alto y medio recibieron dos puntos extra a cada uno, debido a que presentaron la velocidad lento-somero y rápido-somero; mientras que al punto bajo, se le dio un punto extra, debido a que mostró la velocidad lento-somero.

Por último, por cada elemento de heterogeneidad al punto medio y bajo se dio el valor de cuatro por la presencia de hojarasca, diques naturales, vegetación acuática entre musgos y plantas, troncos y ramas; por el contrario, el punto alto recibió el valor de tres, debido a que se evidenció la presencia de hojarasca, diques naturales y vegetación acuática entre musgos y plantas.

En la Tabla 52 se mostró la calidad hidromorfológica en cada punto de muestreo, para lo cual, la calidad en el punto medio y bajo fue moderada cuyo color de representación es amarillo y en el punto alto fue excelente cuyo color de representación es azul.

5.7.3. Calidad biológica

En la Tabla 53, se indica los resultados obtenidos para la calidad del agua mediante el desarrollo del ABI.

Tabla 53*Resultados de la calidad del agua mediante el índice biótico ABI*

Punto de muestreo	Sitio	Mes	Año	Puntuación ABI	Calidad de agua
Punto Macroinvertebrados 1	Punto alto en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	28	Malo
		Enero		33	Malo
		Febrero	2020	35	Regular
		Marzo		32	Malo
Punto Macroinvertebrados 2	Punto medio en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	33	Malo
		Enero		35	Regular
		Febrero	2020	58	Regular
		Marzo		26	Malo
Punto Macroinvertebrados 3	Punto bajo en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	36	Regular
		Enero		30	Malo
		Febrero	2020	48	Regular
		Marzo		44	Regular

Nota. Esta tabla muestra la calidad del agua en cada punto tomado. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Es así, que en el punto de muestreo conocido como “Punto Macroinvertebrados 1”, la calidad del agua en el mes de diciembre, enero y marzo fue mala, lo que indica que los macroinvertebrados analizados son medianamente tolerantes a la contaminación; mientras que, en el mes de febrero, la calidad del agua fue moderada, y de igual manera, expresa que los macroinvertebrados hallados son muy tolerantes a la contaminación existente en el área de estudio de manera general.

Seguidamente, en el “Punto Macroinvertebrados 2”, la calidad del agua en el mes de diciembre y marzo fue mala; mientras que, en el mes de enero y febrero, la calidad del agua fue moderada.

Por último, en el “Punto Macroinvertebrados 3”, la calidad del agua en el mes de enero fue mala; mientras que, en el mes de diciembre, febrero y marzo, la calidad del agua fue moderada.

5.7.4. Análisis de Biodiversidad

El análisis de biodiversidad ha sido obtenido a través del software estadístico PAST, que permitió la determinación de la diversidad de los macroinvertebrados en cada punto de muestreo analizado de manera mensual.

5.7.4.1. Índice de Shannon-Wiener.

En la Tabla 54 se presentan los resultados obtenidos tanto de la abundancia como del índice de Shannon-Wiener en cada punto de muestreo analizado de manera mensual.

Tabla 54

Resultados de la abundancia de macroinvertebrados e índice de Shannon-Wiener

Punto de muestreo	Sitio	Mes	Año	Riqueza de Familia	Abundancia	Shannon H'
Punto Macroinvertebrados 1	Punto alto en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	10	901	0,58
		Enero		11	2.042	0,79
		Febrero	2020	14	485	1,155
		Marzo		12	364	0,74
Subtotal				20	3.792	
Punto Macroinvertebrados 2	Punto medio en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	10	912	0,23
		Enero		12	1.243	0,56
		Febrero	2020	14	426	1,185
		Marzo		9	479	0,39
Subtotal				24	3.060	
Punto Macroinvertebrados 3	Punto bajo en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	11	413	0,83
		Enero	2020	11	294	0,81
		Febrero	2020	13	288	1,293
		Marzo	2020	13	120	1,646
	Subtotal			25	1.115	
	Total Abundancia				7.967	

Nota. Esta tabla muestra la riqueza por cada familia y abundancia. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por lo tanto, la riqueza de familias en el punto alto varió entre 10 y 14, es decir, en el mes de diciembre se obtuvo la menor riqueza con 10 familias; en los meses febrero y marzo se obtuvo la mayor riqueza con 14 y 12 familias, respectivamente. Además, se identificó en

total 20 familias de macroinvertebrados, de las cuales, 16 fueron identificadas correctamente y cuatro no se consiguió su identificación.

Respecto, al punto medio, la riqueza de familias fluctuó entre 9 y 14, es decir, en el mes de marzo se obtuvo la menor riqueza con 9 familias; por otra parte, en los meses de diciembre, enero y febrero fueron aumentando, en donde se obtuvo la mayor riqueza con 10, 12, 14 familias, respectivamente. Además, se identificó en total de 24 familias, de las cuales, 22 fueron correctamente identificadas y dos no se logró su reconocimiento.

Por último, en el punto bajo, la riqueza de familias osciló entre 11 y 13; es decir, en los meses de diciembre y enero se obtuvo la menor riqueza con 11 familias, a diferencia de los meses febrero y marzo, donde se obtuvo una mayor riqueza con 13 familias. Además, se identificó en total 25 familias, de las cuales, 24 fueron identificadas y una no se logró su reconocimiento.

La abundancia total de macroinvertebrados a lo largo del tramo analizado fue de 7.967, de los cuales, en el mes de enero en el punto alto y medio se obtuvo la mayor diversidad con 2.042 y 1.243, respectivamente; así también, en diciembre en el punto bajo con 413. Por otra parte, en el punto alto se obtuvo una menor diversidad en el mes de marzo con 364, al igual que en el punto medio y bajo en los meses de febrero y marzo se contó con 426 y 120 respectivamente.

Por lo tanto, la diversidad de acuerdo al índice de Shannon-Wiener se determinó para todos los puntos de muestreo, en donde se obtuvo una diversidad baja con valores menores a 1,5, excepto en el mes de marzo en el punto de muestreo bajo, donde se alcanzó una diversidad media con un valor que se encontró entre el rango de 1,50 y 2,70.

5.7.4.2. Índice de Simpson.

En la Tabla 55 se presentan los resultados obtenidos tanto de la abundancia como del índice de Simpson en cada punto de muestreo analizado de manera mensual.

Tabla 55

Resultados de la abundancia de los macroinvertebrados e índice de Simpson

Punto de muestreo	Sitio	Mes	Año	Riqueza de Familia	Abundancia	Simpson $I-D_{si}$
Punto Macroinvertebrados 1	Punto alto en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	10	901	0,31
		Enero	2020	11	2042	0,51
		Febrero	2020	14	485	0,49
		Marzo	2020	11	364	0,36
Punto Macroinvertebrados 2	Punto medio en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	10	912	0,08
		Enero	2020	12	1243	0,28
		Febrero	2020	14	426	0,57
		Marzo	2020	9	479	0,16
Punto Macroinvertebrados 3	Punto bajo en la quebrada Cumbiteo	Diciembre	2019	11	413	0,37
		Enero	2020	11	294	0,34
		Febrero	2020	13	288	0,59
		Marzo	2020	13	120	0,70

Nota. Esta tabla muestra la riqueza, abundancia e índice de Simpson. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Por lo tanto, en el sitio de muestreo alto, para el mes de diciembre del 2019, se obtuvo una diversidad baja con un valor que se encontró entre el rango de 0,00 y 0,35, mientras que, para los meses de enero, febrero y marzo del 2020, se obtuvo una diversidad media con valores que se encuentran entre 0,36 y 0,75.

En cuanto al sitio de muestreo medio, para los meses de diciembre del 2019, enero y marzo del 2020, se obtuvo una diversidad baja, excepto el mes de febrero del 2020, que obtuvo una diversidad media.

Asimismo, para el sitio de muestreo bajo, para los meses de diciembre del 2019, febrero y marzo del 2020, se obtuvo una diversidad media, excepto para el mes de enero, que resultó tener una diversidad baja.

5.7.5. Variación de Caudal del ABI

En la Tabla 56, se muestra los resultados para los caudales de acuerdo a cada muestreo y punto analizado; cuyos valores en el sitio “Punto Macroinvertebrado 1” están entre 5,70 y 5,98, en el punto “Punto Macroinvertebrado 2” están entre 6,30 y 10,97, y por último en el punto “Punto Macroinvertebrado 3” están entre 3,51 y 4,27; todos se encuentran medidos en litros por segundo.

Tabla 56

Caudales medidos en la quebrada Cumbiteo por cada muestreo del ABI

Punto de muestro	Sitio	Mes	Año	Caudal (l/s)
Punto Macroinvertebrado 1	Punto Alto	Diciembre	2019	5,98
		Enero		5,88
		Febrero	2020	5,77
		Marzo		5,70
Punto Macroinvertebrado 2	Punto Medio	Diciembre	2019	10,97
		Enero		7,23
		Febrero	2020	6,30
		Marzo		6,41
Punto Macroinvertebrado 3	Punto Bajo	Diciembre	2019	3,78
		Enero		3,51
		Febrero	2020	4,27
		Marzo		4,17

Nota. Esta tabla muestra la variación de los caudales medidos del ABI. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Acosta et al. (2009) señala que, además de las variables anteriormente mencionadas, la medición del caudal es importante, debido a que puede condicionar las características fisicoquímicas del agua, además del tipo de organismos acuáticos presentes. Esto concuerda con lo observado y realizado en la presente investigación.

5.7.6. Comparación de la Calidad de Agua Mediante el ICA-NSF y ABI

La calidad de agua obtenida mediante el ICA-NSF fue regular en todos los puntos y muestreos realizados; y la calidad obtenida a través del ABI se encontró entre mala y regular,

es decir, la calidad fue mala en diciembre de 2019, enero y marzo de 2020 y regular en febrero de 2020; en el punto medio, la calidad fue mala en diciembre de 2019 y marzo de 2020, y regular en enero y febrero de 2020. Y en el punto bajo, la calidad fue regular en diciembre de 2019, febrero y marzo de 2020 y en enero de 2020 fue mala.

Por lo tanto, existió una concordancia en la calidad de agua analizada por ambos métodos cuantitativos, la cual fue que llegaron a una calidad regular, y en varias ocasiones en el análisis del ABI, se obtuvo una calidad mala; es decir, existió un grado considerable de contaminación en las fuentes analizadas, por lo que, se presume la existencia de diversos agentes que incurran a deteriorar o afectar integridad del recurso hídrico; además, cuenta con una menor diversidad de organismos acuáticos, con una cierta frecuencia del crecimiento de algas.

Por último, de acuerdo a los resultados obtenidos, se estima que, en el tramo de la quebrada analizada, muestra que la calidad de agua se ubicó en el rango de agua muy contaminada a contaminada con una fuente no identificada de polución, cuyos colores de representación corresponden al anaranjado para la calidad mala y amarillo para la calidad moderada.

Estos resultados lo corroboran Jacobsen (1998, como se citó en Acosta et al., 2009) afirmando lo siguiente:

En ríos por encima de los 3.000 msnm los porcentajes de saturación de oxígeno están influenciados por la baja presión parcial del oxígeno, lo cual hace que las concentraciones y porcentajes de saturación obtenidos en campo no reflejen las limitaciones reales de las comunidades bentónicas. (p.50)

De manera que la quebrada en estudio es más propensa a contaminaciones de tipo orgánica, siendo las familias más frecuentes Baetidae, Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae, Oligochaeta, Muscidae y Tipulidae.

Asimismo, Acosta et al. (2009) afirma que “el valor más importante es el índice biológico; no es posible considerar que el río tiene un buen estado ecológico si el índice biológico es bajo, a pesar que la ribera tenga un buen estado” (p.47), por lo que esta investigación está de acuerdo, debido a el “Punto Macroinvertebrado 1” que se encuentra en la zona alta generalmente tiene una mejor calidad de agua en comparación con los “Puntos Macroinvertebrados 2 y 3” que se encuentran en la zona media y baja de la cuenca donde la influencia antropogénica es alta, debido al desarrollo de la actividad agrícola y ganadera.

Por otra parte, para ambos índices desarrollados, los resultados obtenidos en los sitios de muestreo alto, medio y bajo apoyan la hipótesis de Albelho y Graca (1996) y Fierro et al. (2016) donde se indica la preferencia de ciertos taxones por la materia orgánica de bosques nativos, lo cual concuerda con la investigación. Esto explica la presencia de taxones con un mayor grado de sensibilidad, es decir, menor tolerancia a la contaminación, en el sitio alto de muestreo, en donde se trata de una zona con una estructura y naturalidad de vegetación propia del lugar.

Otro aspecto que incide en la distribución de macroinvertebrados acuáticos es evidentemente las condiciones de los factores fisicoquímicos. En este ámbito, autores destacan que temperatura, sólidos disueltos y oxígeno disuelto son los principales factores que definen la presencia o ausencia de macroinvertebrados, sobre todo de aquellos que presentan mayor sensibilidad ante variaciones en su ecosistema (Acosta et al., 2009; Calderón, 2017). Esto se confirma con lo observado en la presente investigación, donde las

variables de oxígeno disuelto y temperatura son menores en la parte alta de la cuenca, precisamente donde fueron encontrados macroinvertebrados de menor perturbación.

5.8. Plan De Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica

El plan de manejo integral está orientado a los habitantes que se encuentre dentro de la zona de estudio, debido a que el manejo y conservación del recurso hídrico es de especial importancia, así como también un bien de interés público, de manera que va a permitir ordenar y guiar los patrones de uso de los recursos naturales para que de esta manera se pueda satisfacer su demanda sin el deterioro de la calidad ambiental, razón por la cual, se plantea los lineamientos necesarios para la organización de las diferentes actividades propuestas.

5.8.1. Marco Legal

5.8.1.1. Constitución de la República del Ecuador.

La normativa vigente en el Estado Ecuatoriano, según la Constitución de la Republica del Ecuador (2008), establece:

Art. 10.- Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución.

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

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

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

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

1. El derecho a la inviolabilidad de la vida. No habrá pena de muerte.
2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

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

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

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

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

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

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías.

5.8.1.2.Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

Según el COOTAD (2010) se mencionan los artículos a continuación:

Art. 1. Ámbito. - Este Código establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio: el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial.

Art. 10. Niveles de organización territorial. - El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. En el marco de esta organización territorial, por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población, podrán constituirse regímenes especiales de gobierno: distritos metropolitanos, circunscripciones territoriales de pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y el consejo de gobierno de la provincia de Galápagos.

Art. 32. Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado regional. - Los gobiernos autónomos descentralizados regionales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen;

a) Planificar, con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo regional y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, provincial, cantonal y parroquial en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad.

Art. 132. Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas. - La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca.

5.8.1.3.Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

La Asamblea Nacional Constituyente (2014) establece los artículos acerca del estudio a las cuencas hidrográficas a continuación:

Art. 8. Gestión integrada de los recursos hídricos. 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. Se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común, incluyen en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas.

Art. 10.- Dominio hídrico público. El dominio hídrico público está constituido por los siguientes elementos naturales:

h) La conformación geomorfológica de las cuencas hidrográficas, y de sus desembocaduras.

Art. 18.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son:

d) Elaborar el Plan Nacional de Recursos Hídricos y los planes de gestión integral e integrada de recursos hídricos por cuenca hidrográfica; y, aprobar la planificación hídrica nacional.

Art. 24.- Registro Público del Agua. Corresponde a la Autoridad Única del Agua la administración del Registro Público del Agua, en el cual deben inscribirse:

c) Los planes de gestión integrada de recursos hídricos por cuencas hidrográficas.

Art. 32.- Gestión pública o comunitaria del agua. La gestión del agua es exclusivamente pública o comunitaria. La gestión pública del agua comprende, de conformidad con lo previsto en esta Ley, la rectoría, formulación y ejecución de políticas, planificación, gestión integrada en cuencas hidrográficas, organización y regulación del régimen institucional del agua y control, conocimiento y sanción de las infracciones, así como la administración, operación, construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica a cargo del Estado.

Art. 36.- Deberes estatales en la gestión integrada. El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica.

5.8.1.4.Código Orgánico del Ambiente.

La presente ley es una normativa que permite regular los diferentes mandatos establecidos en la constitución para la conservación, protección y restauración del ambiente. Según esto a continuación se enunciarán algunos de los artículos principales sobre el recurso agua establecidos en el Código orgánico del ambiente (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018).

Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay.

Art. 15.- De los instrumentos del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Para el ejercicio de la gestión ambiental se implementarán los instrumentos previstos en la Constitución, este Código y la normativa vigente, en concordancia con los lineamientos y directrices que establezca la Autoridad Ambiental Nacional, según corresponda.

5.8.1.5.Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

Establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades en materia de calidad ambiental a la naturaleza, en relación a la ausencia o presencia de agentes nocivos que alteren al mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza (MAE, 2015a).

5.8.2. *Plan de Prevención y Mitigación*

5.8.2.1.Introducción.

La importancia de este plan radica en la disminución de los impactos negativos que puedan generarse en la cuenca hidrográfica, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente, sin dejar de lado, la participación de todos los actores involucrados. Asimismo, es indispensable realizar un diagnóstico para en base a éste, se pueda planificar medidas y estrategias que permitan reducir y evitar el riesgo por las distintas amenazas naturales.

5.8.2.2.Justificación.

La zona en la que se localiza la cuenca tiene importantes vulnerabilidades a desastres naturales sumando la actividad antrópica, de modo que se encuentran susceptibles a los efectos derivados de estas situaciones, de tal forma es importante la toma de decisiones e intervenir de manera oportuna para prevenir y mitigar los impactos, ya que, de esta manera, se podrá mejorar la calidad de vida de todos los actores involucrados.

5.8.2.3.Objetivo.

Implementar acciones para minimizar la incidencia de impactos sobre el medio ambiente producto de las actividades agropecuarias que se dan en la cuenca del Bosque Protector Umbría.

5.8.2.4.Meta.

Implementar medidas para prevenir y mitigar los impactos identificados sobre los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico de la cuenca del Bosque Protector Umbría en el lapso de un año.

5.8.2.5.Estrategia.

Brindar a los campesinos de la zona mecanismos eficientes de apoyo a la producción, mejorando los sistemas de producción actuales, para optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles a nivel local.

5.8.2.6.Actividades de Prevención.

Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible; campañas de sensibilización y concientización a la comunidad sobre el manejo de residuos; señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura; control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca.

5.8.2.7.Actividades de Mitigación.

Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable y operación de la planta de tratamiento de agua potable.

5.8.2.8.Actores.

Ministerio del Medio Ambiente; Gobierno Autónomo Descentralizado; Parroquial de Aloasí; Sector privado; Comunidades y Operadores de la planta de tratamiento de agua potable.

5.8.2.9. Cronograma de actividades y costos del Plan de Prevención y Mitigación.

Tabla 57

Cronograma de actividades del Plan de Prevención y Mitigación

Actividades	Tiempo (meses)											
Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible.	■											
Campañas de sensibilización y concientización a la comunidad sobre el manejo de residuos.	■											■
Señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura.	■											
Control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Operación de la planta de tratamiento de agua potable.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TOTAL	1 año											

Nota. En la Tabla muestra el cronograma establecido para 1 año. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 58

Presupuesto del Plan de Prevención y Mitigación

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible.	u	2	\$ 300,00	\$ 600,00
Campañas de sensibilización y concientización a la comunidad sobre el manejo de residuos.	u	3	\$ 300,00	\$ 900,00
Señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura.	u	10	\$ 130,00	\$ 1.300,00
Control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca.	u	12	\$ 372,63	\$ 4.471,56

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable.	u	1	\$ 267.675,00	\$ 267.675,00
Operación de la planta de tratamiento de agua potable.	u	1	\$ 28.680,00	\$ 28.680,00
			SUBTOTAL	\$ 303.626,56
			IVA	\$ 36.435,187
			TOTAL	\$ 340.061,74

Nota. En la Tabla muestra el presupuesto establecido para 1 año. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.8.3. Plan de Contingencia

5.8.3.1.Introducción.

El presente plan de contingencia se estableció como un instrumento para que las actividades propuestas sean tomadas como medidas preventivas, predictivas y reactivas que permitan a la comunidad tener una mejor capacidad de respuesta ante los casos de emergencia y de esta manera, minimizar en la medida de lo posible los efectos socio-ambientales.

5.8.3.2.Justificación.

Debido a la geomorfología y las condiciones que presenta la zona de estudio, las comunidades se encuentran expuestas a eventos asociados a fenómenos naturales o causados por el hombre mismo. Para ello se establece actividades que permitan a la comunidad actuar de manera oportuna, adecuada y efectiva ante un acontecimiento adverso y fortuito.

5.8.3.3.Objetivo.

Gestionar y establecer acciones para que la comunidad pueda responder rápido, eficaz y oportunamente cuando se presenten situaciones de emergencia.

5.8.3.4.Meta.

Reducir por todos los medios posibles en un 60% la afectación de los impactos que se puedan producir por efecto de una situación de emergencia asociadas al recurso hídrico a las que la población se encuentra expuesta.

5.8.3.5.Estrategia.

Establecer un programa anual con acciones de simulacros para reducir la magnitud de los impactos socioambientales en las comunidades.

5.8.3.6.Actividades de Continencia.

Estudios de vulnerabilidad poblacional; estudios de actividad sísmica y volcánica para la prevención de los deslizamientos de tierra y flujos piroclásticos hacia la parte de la quebrada y comunidades; estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua.

5.8.3.7.Actividades ante la Emergencia.

Sistema de alarmas para emergencias; identificación y gestión de albergues temporales; limpieza de las zonas afectadas; tratamiento y/o eliminación de sustancias contaminantes.

5.8.3.8.Actores.

Ministerio del Medio Ambiente; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Aloasí; ONG´s; sector privado, comunidades; unidades educativas; operadores de la planta de tratamiento de agua potable; personal capacitado para las actividades.

5.8.3.9. Cronograma de actividades y costos del Plan de Prevención y Mitigación.

Tabla 59

Cronograma del Plan de Contingencia

Actividades	Tiempo (trimestral)							
Estudios de vulnerabilidad poblacional.								
Estudios de actividad sísmica y volcánica para la prevención de los deslizamientos de tierra y flujos piroclásticos hacia la parte de la quebrada y comunidades.								
Estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua para abastecimiento de la comunidad.								
Sistema de alarmas para emergencias.								
Identificación y gestión de albergues temporales								
Limpieza de las zonas afectadas.								
Tratamiento y/o eliminación de sustancias contaminantes.								
Total	2 años							

Nota. En la Tabla muestra el cronograma establecido para un lapso de 2 años. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 60

Presupuesto del Plan de Contingencia

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Estudios de vulnerabilidad poblacional.	u	1	\$ 4.980,00	\$ 4.980,00
Estudios de actividad sísmica y volcánica para la prevención de los deslizamientos de tierra y flujos piroclásticos hacia la parte de la quebrada y comunidades.	u	1	\$ 9.088,50	\$ 9.088,50

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua.	u	2	\$ 9.088,50	\$ 18.177,00
Sistema de alarmas para emergencias y chats comunitarios.	u	1	\$ 290,08	\$ 290,08
Limpieza de las zonas afectadas.	u	1	\$ 1.116,59	\$ 1.116,59
Tratamiento y/o eliminación de sustancias contaminantes	u	2	\$ 435,75	\$ 871,50
			SUBTOTAL	\$ 34.523,67
			IVA	\$ 4.142,84
			TOTAL	\$ 38.666,51

Nota. En la Tabla muestra el presupuesto establecido para 2 años. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.8.4. Plan de Relaciones Comunitarias

5.8.4.1.Introducción.

El plan está enfocado en establecer estrategias básicas del relacionamiento armónico para de esta manera fortalecer los vínculos comunicativos, cooperativos y prácticas sostenibles, aprovechando las potencialidades y oportunidades para de esta manera impulsar el desarrollo local, a fin de mejorar su calidad de vida, en base al fortalecimiento de sus estructuras, respetando sus valores culturales.

5.8.4.2.Justificación.

La fluida y eficiente comunicación es uno de los principales problemas en las comunidades de la zona de influencia. Por esta razón, es importante que éstas se mantengan debidamente informadas para establecer nexos de y de esta manera tomar decisiones oportunas ante situaciones complejas y en beneficio de todos, basados en el respeto a su cultura.

5.8.4.3.Objetivo.

Establecer y fortalecer vínculos de comunicación y participación con los actores involucrados, a fin de evitar conflictos que pudieran afectar el desarrollo del plan propuesto de la cuenca.

5.8.4.4.Meta.

Mantener informada al 100% a los actores involucrados del área de influencia directa sobre las características del plan propuesto.

5.8.4.5.Estrategia.

Generación de sistemas que permitan mejorar la relación y comunicación con las que los actores involucrados el cual se sientan identificados y representados.

5.8.4.6.Actividades de relaciones comunitarias.

Informe sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar; incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos.; realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales; capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos; capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad.

5.8.4.7.Actores.

Ministerio del Medio Ambiente; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Aloasí; ONG's; sector privado; comunidades; unidades educativas.

5.8.4.8. Cronograma de actividades y costos del Plan de Relaciones Comunitarias.

Tabla 61

Cronograma del Plan de Relaciones Comunitarias

Actividades	Tiempo (Trimestral)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Informe sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar.	■							
Incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos.	■		■			■		■
Realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales.	■		■	■				
Capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos.	■		■			■		■
Capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad.	■		■			■		■
Total	2 años							

Nota. En la Tabla muestra el cronograma establecido para 2 años. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 62

Presupuesto del Plan de Relaciones Comunitarias

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Información sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar.	u	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos.	u	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00
Realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales.	u	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00
Capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos.	u	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00
Capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad.	u	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00
			SUBTOTAL	\$ 6.000,00
			IVA	\$ 720,00
			TOTAL	\$ 6.720,00

Nota. En la Tabla muestra el cronograma establecido para 2 años. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.8.5. Plan de Seguimiento y monitoreo de la calidad de agua de la cuenca

5.8.5.1.Introducción.

El plan se estableció para el seguimiento y control de cambios en la calidad del agua superficial en el área de influencia directa de la cuenca, es cual se utiliza para consumo humano y de riego. De esta manera, se propone que la comunidad con ayuda de un personal experto en el tema, sean los encargados de realizar todas las actividades que aquí se proponen, además que se cumplan adecuadamente y sin afectar al medio ambiente.

5.8.5.2.Justificación.

La creciente demanda de agua ha provocado la modificación de la naturalidad del canal fluvial de este recurso, el cual se ve incrementado por el continuo crecimiento demográfico y el avance de la frontera agrícola. Esta situación conlleva a una contaminación cada vez mayor, por lo que es necesario que las propias comunidades, con las debidas

herramientas e instrumentos, realicen actividades que les permita aprovechar el recurso de manera sostenible.

5.8.5.3.Objetivo.

Establecer un programa de monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en los puntos de estudios, a fin de verificar el cumplimiento de la reglamentación ambiental ecuatoriana vigente con respecto al recurso hídrico.

5.8.5.4.Meta.

Analizar in situ y en el laboratorio el 100% de los puntos de muestreo según la normativa aplicable.

5.8.5.5.Estrategia.

Generar registros de seguimiento y monitoreo de las condiciones de los cuerpos de agua para luego compararlos con la normativa nacional vigente.

5.8.5.6.Actividades de Seguimiento y control.

Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable; seguimiento y evaluación de la calidad de agua mediante la normativa nacional e internacional vigente de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable; reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas.

5.8.5.7.Actores.

Ministerio del Medio Ambiente; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Aloasí; Junta de Agua Barrios Occidentales de Aloasí; sector privado; Empresa Pública Municipal de Agua Potable (EPAA Mejía EP); comunidades.

5.8.5.8.Cronograma de actividades y costos del Plan Seguimiento y Control.

Tabla 63

Cronograma del Plan de Seguimiento y Control

Actividades	Tiempo (semestral)							
Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable.								
Seguimiento y evaluación de la calidad de agua mediante la normativa nacional e internacional vigente de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable.								
Vigilancia de las actividades productivas y gestión de residuos sólidos.								
Reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas.								
Total	4 años							

Nota. En la Tabla muestra el cronograma establecido para 4 años. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 64

Presupuesto del Plan de Seguimiento y Monitoreo

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable.	U	8	\$ 261,55	\$ 2.092,40
Seguimiento y evaluación de la calidad de agua mediante la normativa nacional e internacional vigente de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable.	U	8	\$ 0,00	\$ 0,00

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Vigilancia de las actividades productivas y gestión de residuos sólidos.	U	2	\$ 261,55	\$ 523,10
Reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas.	U	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00
			SUBTOTAL	\$ 3.815,50
			IVA	\$ 457,86
			TOTAL	\$ 4.273,36

Nota. En la Tabla muestra el cronograma establecido para 4 años. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

5.8.6. Resultados de la Encuesta Descriptiva de Carácter Social, Económico y

Ambiental

Se han omitido varias preguntas de la encuesta debido a que son de tipo informativo básico de la familia o de la vivienda de manera generalizada. Por otra parte, se contó con la presencia de 31 familias asentadas en el barrio Umbría de 61 según el resultado del tamaño de la muestra, obteniéndose los siguientes resultados resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 65

Resultados de la Encuesta Descriptiva de Carácter Social, Económico y Ambiental

N°	Pregunta	Respuesta	
		Si	No
5	Posee energía eléctrica	31	0
6	Red de agua	29	2
7	Red de alcantarillado	31	0
8	Pozo séptico/Baño seco/ Otro	28	3

N°	Pregunta	Respuesta			
9	Teléfono/Internet	Si 6		No 25	
11	La vivienda pertenece al nivel económico	Alto 1	Medio 15	Bajo 11	En blanco 4
12	La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico	Alto 1	Medio 16	Bajo 10	En blanco 4
14	¿Cuántas familias viven en la vivienda?	1 familia 29	2 familias 1		3 familias 1
25	La cantidad de agua que recibe es	Suficiente 16	Insuficiente 14		En blanco 1
26	¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia?	Si 6	No 24		En blanco 1
27	¿Almacena agua en su casa?	Si 6		No 25	
28	La calidad de agua es:	Buena 25	Mala 0		Regular 6
29	¿Con qué presión llega el agua a la vivienda?	Baja 6	Suficiente 19		Alta 6
30	¿El agua llega limpia o turbia?	Limpia todo el año 15	Turbia por días 6	Turbia por meses 7	Turbia todo el año 3
31	¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?	Bueno 24	Malo 1		Regular 6
32	¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?	Si 17		No 14	
33	El agua que viene de la red pública la usa para:	Beber 31	Preparar alimentos 31	Lavar ropa 31	Higiene personal 31
		Limpieza de la vivienda 31	Regar la chacra 6	Otros	

N°	Pregunta	Respuesta				
34	¿Se abastece de otra fuente?	Si 0			No 31	
47	Considera usted que el agua potable es un bien que:	Si 29			No 2	
48	¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?	Si 13			No 18	
50	¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?	Recolector municipal 20	Enterrado 1	Botadero 1	Quemado 0	De otro modo 9
51	¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?	Diaria 5	2 veces semana 2	Cada 2 días 2	1 vez semana 22	
52	¿Cree usted que el agua escaseará algún día?	Si 28	No 1		No sabe 2	
53	¿Cuándo una persona arroja basura?	Si contamina 30		No contamina 1		
54	¿Qué es el agua?	Fuente de vida 28		Sin el agua o se puede vivir 3		
55	¿Ha realizado buenas prácticas en favor al medio ambiente desde su hogar?	Si 26		No 5		
56	¿Ha participado en proyectos de forestación y/o reforestación en el Bosque Protector Umbría?	Si 19		No 12		
57	¿La Junta de Agua ha desarrollado campañas de educación ambiental para la comunidad?	Si 13		No 18		
59	¿Conoce usted, las sanciones civiles y penales que contrae la tala ilegal de vegetación en un Bosque Protector?	Si 10		No 21		

N°	Pregunta	Respuesta			
60	¿Alguna autoridad legal ha intervenido para solucionar el problema de la tala de vegetación nativa en el Bosque Protector?	Si 10		No 21	
61	¿La comunidad ha denunciado alguna vez a las personas que talan los árboles y vegetación nativa en sus predios en alguna institución pública?	Si 4		No 27	
62	¿Considera primordial detener y prohibir está práctica de talado en toda la comunidad de Umbría?	Si 27		No 4	
64	¿Cuál es la frecuencia con la que las personas talan los árboles en la zona del Bosque Protector?	Alta 3	Media 6	Baja 21	En blanco 1
65	¿Conoce algún problema en la comunidad que afecte de manera negativa a la naturaleza?	Si 13	No 16		En blanco 2

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría tiene una superficie de 208,86 kilómetros cuadrados, cuya forma representativa no es alargada ni ensanchada, por lo que mantiene una regularidad constante con una tendencia media a inundaciones. De acuerdo a la función de su hidrografía, la zona de estudio abarca a ciertas parroquias del cantón Mejía como: Machachi, Alóag, Aloasí, El Chaupi, Manuel Cornejo Astorga; y del cantón Latacunga están las parroquias de Mulaló y San Juan de Pastocalle. La red hídrica de la cuenca es de cuarto orden, integrada en total por 97 cuerpos de agua dulce; y su codificación es 152491 dada según la metodología de Pfafstetter (1989).

De acuerdo al análisis ambiental de la zona de estudio, la isoyeta con mayor cobertura representativa, es aquella cuya precipitación está entre 1.250 a 1.500 milímetros anuales con una superficie de 73,58 kilómetros cuadrados. Así también, la temperatura promedio anual oscila entre los 6 a 8 grados centígrados, cubriendo un área de 95,24 kilómetros cuadrados de la zona central de la cuenca. Complementariamente, se identificó que el clima mesotérmico templado frío predomina en la mayor parte de la zona, específicamente con 153,49 kilómetros cuadrados.

De igual manera, en consideración con el estudio de las características del suelo en la cuenca hidrográfica, han sido determinados siete órdenes según la taxonomía del suelo, en donde, el inceptisol es el de mayor representatividad en el área de estudio con 131,75 kilómetros cuadrados. Asimismo, la pendiente con mayor representatividad es aquella de tipo colinado cuya inclinación se encuentra entre 25 a 50%, cubriendo una superficie de 118,61 kilómetros cuadrados. Por esta razón, el uso actual del suelo presenta alta variedad, cuyo uso principal es de páramo extendiéndose 62,55 kilómetros cuadrados respecto al área total de la

cuenca; y su uso potencial ha sido identificado básicamente en las tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación en 26 zonas definidas, que abarcan una superficie de 51,04 kilómetros cuadrados. Finalmente, se determinó que no existen zonas en proceso de erosión de acuerdo con la cartografía digital obtenida del SIN, la cual ha sido procesada a través del software ArcGIS 10.5.

Las principales actividades económicas en la parroquia Aloasí, como área representativa para el estudio de la cuenca, correspondió el 13% al sector agropecuario, el 23% al sector industrial y manufacturero y el 64% abarca al sector comercial y de servicios. Es importante mencionar, que la agricultura es desarrollada en la mayor parte de la zona en pequeña producción, en aprovechamiento de las tierras fértiles de la zona para obtener alimentos como el maíz, papa y varias hortalizas principalmente. Asimismo, está la actividad pecuaria con la crianza de ganada vacuno y otros animales para la alimentación como pollos, cerdos, cuyes y conejos.

Por otra parte, la zonificación ecológica económica se obtuvo a partir de un análisis histórico-cultural, ecológico, productivo y conflictivo en la utilización del suelo, para lo cual se dividió la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría en tres zonas fundamentales y se vinculó con la producción, ecología y de uso múltiple. En donde, la zona de producción con mayor área determinada en la cuenca es aquella sin uso agropecuario con 93,23 kilómetros cuadrados; de igual manera la zona de producción ecológica está representada por el bosque muy húmedo montano con 143,61 kilómetros cuadrados; y la zona de uso múltiple de mayor extensión en el área de estudio es la de San José, localizada en el cantón Mejía y abarca una superficie de 0,35 kilómetros cuadrados.

Por otra parte, se determinó la calidad de agua para consumo humano, la cual es distribuida a los barrios occidentales de la parroquia Aloasí, y al barrio Umbría directamente,

que es en donde se encuentra ubicada la planta de tratamiento de agua potable y la zona representativa para el estudio; por lo que, en cada punto de muestreo definido durante los cuatro análisis mensuales realizados, se obtuvo una calidad regular y en común, debido a que los resultados del ICA-NSF mostraron una variación baja y ajustada entre todos los valores, ubicándose en un único rango determinado. Y de acuerdo a la interpretación de la calidad obtenida, se explica la existencia de un grado de contaminación considerable por diversos agentes, y requiere necesariamente de tratamiento para el consumo, además presenta menor diversidad de organismos acuáticos, con mayor frecuencia en el crecimiento de algas.

De manera complementaria, se comparó los resultados de los parámetros de calidad medidos en campo con los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional, para lo cual, se determinó que el oxígeno disuelto únicamente cumplió con el valor expresado en la normativa vigente ambiental en el tercer y cuarto muestreo realizado en el mes de febrero y marzo respectivamente, en el punto “Agua Potable 2”. Así también, respecto a los parámetros medidos en el laboratorio, la DBO₅ no cumple con el valor mencionado en la normativa vigente ambiental en todos los puntos de muestreo efectuados.

Así mismo, se determinó la calidad de agua de acuerdo al índice biótico andino en los tres puntos definidos correspondiente a la parte alta, media y baja de la quebrada Cumbiteo en la cuenca del Bosque Protector Umbría; por lo que, durante los cuatro análisis mensuales realizados, se obtuvo la calidad hidromorfológica excelente respecto al punto alto y moderada para el punto medio y bajo, donde se evaluaron todas las características Hidromorfológicas en cada sitio de estudio.

De igual manera, se evaluó la calidad biológica en cada punto de muestreo descrito anteriormente; por lo que, en el punto alto situado en la quebrada Cumbiteo, se determinó

que la calidad fue mala en los meses de diciembre de 2019, enero y marzo de 2020 y regular para el mes de febrero. Así también, la calidad de agua en el punto medio fue mala en diciembre de 2019 y marzo de 2020, y regular para los meses de enero y febrero de 2020. Y finalmente, en el punto bajo, la calidad de agua en los meses de diciembre de 2019, febrero y marzo de 2020 fue regular y en el mes de enero de 2020 fue mala.

Es así que, la calidad mala del agua correspondió a que los macroinvertebrados analizados son medianamente tolerantes a la contaminación y la calidad regular expresó que estos macroinvertebrados son muy tolerantes a la contaminación que pueda existir en el lugar o sitio donde se realizó el muestreo correspondiente. Por lo que, de manera general, este tramo analizado en la quebrada Cumbiteo, se situó en el rango cuya calidad de agua es muy contaminada a contaminada con una fuente no identificada de polución, cuya identificación es de color anaranjado para la calidad mala y de amarillo para la calidad regular.

Complementariamente, se analizó la biodiversidad a través del índice de Shannon-Wiener y de Simpson en el programa estadístico PAST; por lo que, la riqueza de familias en el punto alto en la quebrada Cumbiteo se obtuvo un total de 20 familias, de las cuales, 16 fueron identificadas, en donde, la mayor riqueza correspondió a febrero de 2020 con 14 familias y la menor fue en diciembre de 2020 con 10 familias. De igual manera, respecto al punto medio de la quebrada estudiada, se obtuvo un total de 24 familias, de las cuales, 22 fueron identificadas correctamente, en donde, la mayor riqueza correspondió a febrero de 2020 con 14 familias y la menor fue en marzo de 2020 con 9 familias. Por último, en el punto bajo se obtuvo un total de 25 familias, de las cuales, 24 fueron identificadas de manera acertada, en donde, la mayor riqueza correspondió a febrero y marzo de 2020 con 13 familias y la menor fue en diciembre de 2019 y enero de 2020 con 11 familias.

Por lo tanto, la abundancia total en los tres puntos de muestreo analizados fue de 7.967 especies, en donde, respecto al punto alto en la quebrada Cumbiteo la mayor abundancia registró en el mes de enero de 2020 con 2.042 especies, y la menor fue en el mes de marzo con 364. Por otra parte, en el punto medio se obtuvo la mayor abundancia en el mes de enero de 2020 con 1.243 especies y la menor fue en el mes de febrero de 2020 con 426. Por último, en el punto bajo, la mayor abundancia se mostró en el mes de diciembre con 413 especies, y la menor fue en marzo de 2020 con 120. De manera adicional, el índice de Shannon en todos los puntos de muestreo se obtuvo una diversidad baja con valores menores a 1,5; a excepción del punto bajo, que en el mes de marzo alcanzó una diversidad media cuyo rango se encontró entre los valores de 1,50 a 2,70, es decir, en este punto se evidenció un grado de contaminación severa a moderada, razón por la cual, se mostró una zona de pasto y cultivo cercana. Además, se calculó el índice de Simpson de la forma $1-D_{si}$; cuyo rango de 0,36 a 0,75 agrupó a la mayoría de los valores obtenidos en los sitios de muestreo alto, medio y bajo, por lo que, indica la existencia de una diversidad media, es decir, cuanto más se acerca el valor del índice a 1, mayor es la diversidad en el hábitat, donde se tomó la muestra de macroinvertebrados.

En compendio, se realizó el Plan de manejo y gestión ambiental para la protección de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría realizable a mediano plazo, en donde se presentó sub-planes de prevención y mitigación, contingencia, relaciones comunitarias y de seguimiento y control de la calidad de agua de la cuenca con la finalidad de contribuir al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y ambientales de la zona de estudio.

Finalmente, en cada visita realizada de manera mensual al lugar de estudio, se realizó asambleas para capacitar a las autoridades y miembros de la Junta de Agua, así como a la población del barrio Umbría en la temática de conservación y manejo de los recursos naturales que conforman principalmente el Bosque Protector Umbría, y entre otras más.

Además, se socializó los resultados de la investigación que se fueron obteniendo de igual manera en la comunidad interesada.

6.2. Recomendaciones

De acuerdo a lo concluido, respecto al análisis de la cuenca hidrográfica, se recomienda controlar, monitorear y rehabilitar las áreas frágiles identificadas en la zonificación ecológica económica. Así también, se aconseja la elaboración de planes puntuales y exclusivos para el manejo de los sistemas agrícolas conservacionistas y agroforestales, en concordancia con los planes de conservación y manejo antes propuestos.

Asimismo, respecto a la calidad de agua analizada a través del índice ICA-NSF, se sugiere realizar un análisis para determinar la eficiencia del actual proceso de desinfección, el cual es efectuado por medio de cloro-gas; y llevar a cabo una comparación detallada considerando la efectividad de tratamiento y costos económicos con otros métodos de desinfección, tales como el hipoclorito de sodio y de calcio. Además, es importante considerar realizar el rediseño de la planta de tratamiento de agua potable existente, debido a que el caudal de diseño no podría estar abasteciendo totalmente a la población estudiada en la actualidad, y resulte necesario incluir nuevas unidades de tratamiento para mejorar la calidad del agua que ha sido tratada. De igual manera, se recomienda evaluar el estado funcional y estructural de las unidades del tanque de captación y del tanque de almacenamiento para evitar la contaminación de agentes externos que pueda afectar a la calidad de agua.

Por otro lado, se determinó la calidad de agua de acuerdo al índice ABI, por lo que, debido a la ubicación cercana de los habitantes de la comunidad en la cuenca, quienes se dedican a la agricultura y ganadería, se sugiere que eviten arrojar los envases de agroquímicos y restos de estos insumos empleados continuamente en el desarrollo de las actividades

mencionadas. Así también, se recomienda elaborar un programa de monitoreo a las quebradas que conforman la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría de manera continua y asistida por los mismos habitantes, para controlar las fuentes de contaminación directa y difusa al recurso hídrico, y sancionar a aquellos que incumplen el acuerdo.

De otro modo, respecto al análisis del recurso suelo, se recomienda el establecimiento de programas y proyectos para la capacitación y educación particular de la población que forma parte en la cuenca hidrográfica, en materia de conservación de suelos para evitar la propagación inconsciente de una contaminación severa en la zona de estudio. Finalmente, se sugiere realizar un plan de monitoreo mediante el establecimiento de parcelas u otro tipo de método selectivo y eficiente, para los debidos estudios e investigaciones sobre el grado de contaminación como lo estipula la legislación.

En cuanto al análisis de las especies nativas arbóreas, se recomienda realizar una restauración de la zona forestal con la finalidad de disminuir los deterioros de este recurso, y así evitar la extensión de la frontera agrícola, además de fomentar las capacidades en la organización y gestión para el manejo comunitario y generar opciones de empleo para los habitantes en el proceso de reactivación de la economía local.

Para el plan de manejo, se recomienda evaluar los resultados que se obtuvieron en el primer año de puesto en práctica para modificar o replantear los objetivos y actividades propuestas, y así cumplir en su totalidad, y continuar con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades y del manejo integral de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(0), 35–64.
- Aguirre Mendoza, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Albarracín, S. (2019). *Propuesta de manejo integral de la subcuenca hidrográfica del río Yanuncay, Provincia del Azuay*.
- Albelho, M., & Graca, M. (1996). Effects of eucalyptus afforestation on leaf litter dynamics and macroinvertebrate community structure of streams in Central Portugal. *Hydrobiología*, 3(0), 194–205. <https://doi.org/10.1007/BF00016391>
- Alomía, J., Iannacone, J., Alvarino, L., & Ventura, K. (2017). MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO HUALLAGA, PERÚ. *The Biologist*, 15(0), 65–84.
- Alvarado, E. (2017). Manual de Medición de Caudales. *Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático*, 0(0), 24.
- Aparicio, M., Ballarín, D., Fernández, J., Corrochano, A., & Díaz, J. (2015). Protocolo para la caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos en España. *II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial Pamplona*, 0(0), 198–206.
- APHA, AWWA, & WPCF. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables*

y residuales (Ediciones).

Asamblea Nacional Constituyente. (2014). *Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua*. <https://doi.org/SAN-2014-1178>

Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Código Orgánico del Medio Ambiente*. 1–92. www.lexis.com.ec

Audiovisuales UNED. (2016). *ARTHROPODA Capítulo 1, Técnicas de recolección de insectos diurnos parte 1*. <https://www.youtube.com/watch?v=MwCF8dke9jc>

Baquero, F., Sierra, R., Ordóñez, L., Tipán, M., Espinoza, L., Rivera, M. B., & Soria, P. (2004). La vegetación de Los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras. In *EcoCiencia*.

Bravo, A. (2019). *Propuesta de manejo integral para la microcuenca hidrográfica del río Burgay bajo, provincia del Cañar*.

Calderón Pillcurima, V. E. (2017). *Biodiversidad y calidad de agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el Refugio de vida silvestre Pasochoa*. Universidad Politécnica Salesiana.

Campos Aranda, D. (1998). *Procesos de ciclo hidrológico*.

Cargua Segovia, S. C. (2017). *Disertación previa a la obtención del título de Economista Costo de oportunidad de la conservación del bosque en la Hacienda el Prado*.

Carrera Reyes, C., & Fierro Peralvo, K. (2018). Macroinvertebrados acuáticos. In *Ecociencia* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.02.002>

- Carrillo Alvarado, M., & Urgilés Calle, P. (2016). *Determinación Del Índice De Calidad De Agua Ica-Nsf De Los Ríos Mazar Y Pindilig*.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- Chamba, K., & Guallasamín, S. (2015). *Estudio de la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona Pesillo-Imbabura*.
- Chocobar, A., Cox, R. A., Fonteyne, S., Govaerts, B., Jespers, N., Kienle, F., Sayre, D., & Verhulst, N. (2013). El mantillo guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo. *Mas Agro*, 0(0), 1–12.
- Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización COOTAD. (2010). *Publicado en el Registro Oficial Suplemento 303 de 19 de octubre de 2010*.
http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf
- Conde, G. (2015). Contaminación de suelos y aguas subterráneas. In *Contaminación de los Suelos y Aguas Subterráneas* (Issue 0).
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA ANDALUCÍA. (1999). *Los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metodología y técnicas de toma de muestra y análisis para su investigación*.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Publicada en el Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008*. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Contreras-Ramos, A., & Goyenechea, I. (2007). La sistemática en las ciencias biológicas. *La Sistemática, Base Del Conocimiento de La Biodiversidad*, 0(0), 11–21.
https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_SistBioAnimal/Irene_Mayer/CG2007

Lasistemática.pdf

Cotler Ávalos, H., Galindo Alcántar, A., González Mora, I., Pineda López, R., & Ríos Patrón, E. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión.*

DPWORLD POSORJA S.A. (2016). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES; EL DRAGADO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN CANAL DE NAVEGACIÓN HASTA POSORJA EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS; Y LA OPERACIÓN DEL SERVI.*
http://cdn.iic.org/sites/default/files/disclosures/2-3-21_resumen_ejecutivo.pdf

ECOINTEGRAL LTDA. (2009). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DE LAS QUEBRADAS LAS PANELAS Y LA Balsa.*

Encalada, A., Rieradevall, M., Ríos Touma, B., & Prat, N. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA-S).*

FAO. (2006). *Evaluación Nacional Forestal: Resultados de inventario de bosques y árboles 2005-2006.*
<http://www.fao.org/forestry/16059-0c97fd45560ca9917b825b0f7f687f2a5.pdf>

FAO. (2007). *Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala.*

FAO. (2018). *La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro.*
<http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>

Fierro, P., Quilodrán, L., Beltrán, C., Arismendi, I., Tapia, J., Peña Cortés, F., & Vargas Chacoff, L. (2016). *Rainbow Trout diets and macroinvertebrates assemblages responses*

- from watersheds dominated by native and exotic plantations. *Ecological Indicators*, 60, 655–667.
- GAD Parroquial Aloasí. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Aloasí*.
- Gallardo, A. (2018). *Diseño de un plan interpretativo para el bosque y vegetación protector umbría ubicado en la parroquia de Aloasí, cantón Mejía, provincia de Pichincha*.
- Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Senisterra, G. E., Denegri, G. A., Delgado, M. I., & Besteiro, S. I. (2013). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *AUGM DOMUS*, 4(0), 143–158.
- Gómez Giraldo, J. C. (2013). Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos. In *Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Regional*. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf
- Guerra, F., & González, J. (2002). Caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada La Bermeja, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela. *Geoenseñanza*, 7(0), 88–108.
- Hartley Ballester, R. (2007). Manejo integral y aprovechamiento de los recursos hídricos. *Biocenosis*, 20(0), 46–53.
- Hinojoza, N. (2018). *Evaluación De La Calidad Del Agua Del Río San Pedro, Sector Valle De Los Chillos, Mediante El Índice De Calidad De Agua*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16821>
- Hofstede, R., Lips, J., & Jongsma, W. (1998). *Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador*. <http://dspace.unm.edu/bitstream/handle/1928/11719/Geografía>

ecología y forestación de la.pdf?sequence=1

Ibañez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. (2011). Morfología de las cuencas hidrográficas. In *Universidad Politécnica de Valencia* (p. 12).

INEC. (2010). *Instituto nacional de estadística y censos sitio*. Población y Demografía. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

INEGI. (2000). *Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica del INEGI*. <https://doi.org/978-607-8246-61-8>

Jiménez, F. (2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas. Enfoques y estrategias actuales. *Recursos, Ciencia y Decisión*, 0(0), 1–4.

Jiménez Ruiz, E., Mena Aspiazu, M., & Wong Coronel, P. (2011). *DIAGNÓSTICO DE LA COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO CALIFORNIA –VALDIVIA*.

Lasluisa Guaña, B. (2015). *Identificación de especies arbóreas y arbustivas para la propuesta de una plna de manejo en zonas de alta vulnerabilidad física y ambiental en el sector San Pablo de la parroquia El Tingo-La Esperanza, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi en el periodo 20* (Vol. 0, Issue 0).

MAE. (2015a). *ACUERDO MINISTERIAL No. 061 - REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>

MAE. (2015b). *ACUERDO MINISTERIAL No. 097 - REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE* (Vol. 0). <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo->

097.pdf

Magurran, A. (2004). Measuring Biological Diversity. In *Measuring biological diversity*.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). Guía Técnica para muestreo de suelos. In *Asa* (Vol. 0, Issue 0).

<https://core.ac.uk/download/pdf/151729876.pdf><http://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

Monsalve, G. (2002). *Hidrología en la ingeniería*.

Montaño Arias, N., Navarro Rengel, M., López, P., Itzel, C., Chimal Sánchez, E., & Miguel De La Cruz, C. (2018). El suelo y su multifuncionalidad: ¿qué ocurre ahí abajo? *Ciencia Ergo-Sum*, 25(0), 11.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (1st ed.).

Moya, R. (2006). Climas del Ecuador. *INAMHI*, 0(0), 14.

Murillo Gualotuña, F. (2013). *Identificación de especies arbóreas y arbustivas para la elaboración de una propuesta de un plan de manejo en zonas de alta vulnerabilidad física y ambiental en el sector la esperanza (Transecto 3), de la parroquia El Tingo, cantón Pujilí, provincia de Co. Universidad Técnica de Cotopaxi*.

NTE INEN 1202. (2013). *Agua. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*.

NTE INEN 2169. (1998). *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y manipulación de las muestras*.

NTE INEN 2176. (1998). *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo*.

- OMS. (2008). *Las Guías: un marco para la seguridad del agua de consumo*. Guías Para La Calidad Del Agua Potable. https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/
- Orozco, L., & Brumér, C. (2002). *Inventarios Forestales Bosques Latifoliados*.
- Ortega Gaucín, D. (2012). *Hidrometría Básica. Aplicada a la Operación de Distritos y Unidades de Riego*.
- Pérez, J. (1979). Fundamentos del ciclo hidrológico. *Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Departamento de Meteorología e Hidrología.*, 0(0), 1–38.
- Pinelo-Morales, G. I. (2000). *Manual para el establecimiento de sitios permanentes de muestreo en la reserva de la biosfera maya, Péten, Guatemala*.
- Quiroz Fernández, L. S., Izquierdo Kulich, E., & Menéndez Gutiérrez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador [Application of the water quality index in the Portoviejo River, Ecuador]. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41–51.
- Ramirez, A. (2010). Metodos de Recoleccion. *Bologia Tropical*, 58(4), 50.
- Rodrigues, V., & Cerignoni, F. (2015). Análisis morfométrico de la microcuenca “C” núcleo Cunha, São Paulo, Brasil. *Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 366(41), 355–366. <https://doi.org/10.31167/csef.v0i41.17401>
- Rodriguez Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. In *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la agricultura FAO*. <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254–274. <https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.335>
- Romero Rojas, J. (2005). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Teoría y principios de diseño* (3rd ed.).
- Rubio, A. M. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del Parque Natural Los Alcornocales* (Vol. 0, Issue 0).
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181.
- Sánchez, M., Medina, L., Avendaño, L., & Guillín, N. (2018). Análisis de la Calidad Biológica de las Fuentes Hídricas Estudiadas. In *ANH Colombia* (Vol. 0, Issue 0).
- Santibañez-Andrade, G., Castillo-Argüero, S., & Martínez-Orea, Y. (2015). Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del Valle de México. *Bosque*, 36(2), 299–313. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000200015>
- SENA, M. (1999). *Impacto Ambiental en Cuencas Hidrográficas. Metodología para la realización de estudios*.
- Soria Reinoso, I. F. (2016). *Evaluación De La Calidad Ecológica Del Río Jatunhuayco En La Zona Asociada a La Captación Jatunhuayco (Epmaps) Utilizando Comunidades De*

Macroinvertabrados Como Indicadores De La Calidad Del Agua.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16736/1/CD-7332.pdf>

Strauch, Ó. (2000). ¿Cómo tomar una muestra de suelo? In *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Kampenaike, Ministerio de Agricultura de Chile* (Vol. 0, Issue 0).

Tetreault, D. (2004). Una taxonomía desarrollo sustentable. *Teoría y Debate*, X(29), 45–80.

Vallejo Joyas, M. I., Londoño Vega, A. C., López Camacho, R., Galeano, G., Álvarez Dávila, E., & Devia Álvarez, W. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*.

Vásquez, A., Mejía, A., Faustino, J., Terán, R., Vásquez, I., Díaz, J., Vásquez, C., Castro, A., Tapia, M., & Alcántara, J. (2016). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas*.

Verdugo Cárdenas, M. (2017). *Análisis morfométrico de las microcuencas a las que pertenece el Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo (BVPA), influencia en el comportamiento hidrológico*. Universidad Politécnica Salesiana.

Vi, L., Sistema, D. E. L., Manejo, U. D. E., & Suma, A. (2013). *Texto unificado legislación secundaria, medio ambiente, libro vi* (Issue 68). www.lexis.com.ec

Villón, M. (2002). *Hidrología*.

Yáñez, L., Franco, P., Bastidas, W., & Córdova, V. (2017). Resumen del Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos y de las Cuencas y Microcuencas hidrográficas de Ecuador. *Aqua-LAC*, 9(0), 124–132.

8. ANEXOS

Anexo. 1 Puntuación ABI para las Familias de Macroinvertebrados

Tabla 66

Puntuación para las familias de macroinvertebrados acuáticos según el ABI

Orden	Familia	Puntuación ABI	
Turbellaria	Planariidae	5	
Hirudinea	N.D*	3	
Oligochacta	N.D*	1	
Gasterópoda	Ancylidae	6	
	Physidae	3	
	Hydrobiidae	3	
	Limnaeidae	3	
	Planorbidae	3	
	Sphaeriidae	3	
	Bivalvia		
Amphipoda	Hyaellidae	6	
Ostracoda	N.D*	3	
Hydracarina	N.D*	4	
Ephemeroptera	Bactidae	4	
	Leptophlebiidae	10	
	Leptohyphidae	7	
	Oligoneuridae	10	
	Odonata	Aeshnidae	6
		Gomphidae	8
		Libellulidae	6
Coenagrionidae		6	
Calopterygidae		8	
Plecoptera	Polythoridae	10	
	Perlidae	10	
	Gripopterygidae	10	
Heteroptera	Veliidae	5	
	Gerridae	5	
	Corixidae	5	
	Belostomatidae	4	
	Naucoridae	5	
Trichoptera	Helicopsychidae	10	
	Odontoceridae	10	
	Leptoceridae	8	
	Polycentropodidae	8	
	Hydroptilidae	6	
	Xiphocentronidae	8	

Orden	Familia	Puntuación ABI
Trichoptera	Glossosomatidae	7
	Hydropsychidae	5
	Anomalopsychidae	10
	Philopotamidae	8
	Limnephilidae	7
Lepidoptera	Pyralidae	4
Coleoptera	Ptilodactylidae	5
	Lampyridae	5
Dipetera	Psephenidae	5
	Scirtidae (Helodidae)	5
	Staphylinidae	3
	Elmidae	5
	Dryopidae	5
	Gyrinidae	3
	Dytiscidae	3
	Hydrophilidae	3
	Hydraenidae	5
	Blepharoceridae	10
	Simuliidae	5
	Tabanidae	4
	Tipuidae	5
	Limoniidae	4
	Ceratopogonidae	4
	Dixidae	4
	Psychodidae	3
	Dolichopodidae	4
	Stratiomyidae	4
	Empididae	4
	Chironomidae	2
	Culicidae	2
	Muscidae	2
Ephydridae	2	
Athericidae	10	
Syrphidae	1	

Nota. Tomado de Encalada et al. (2011, p. 33)

Anexo. 2 Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua

Tabla 67

Criterios de calidad de fuentes de aguas para consumo humano y uso doméstico

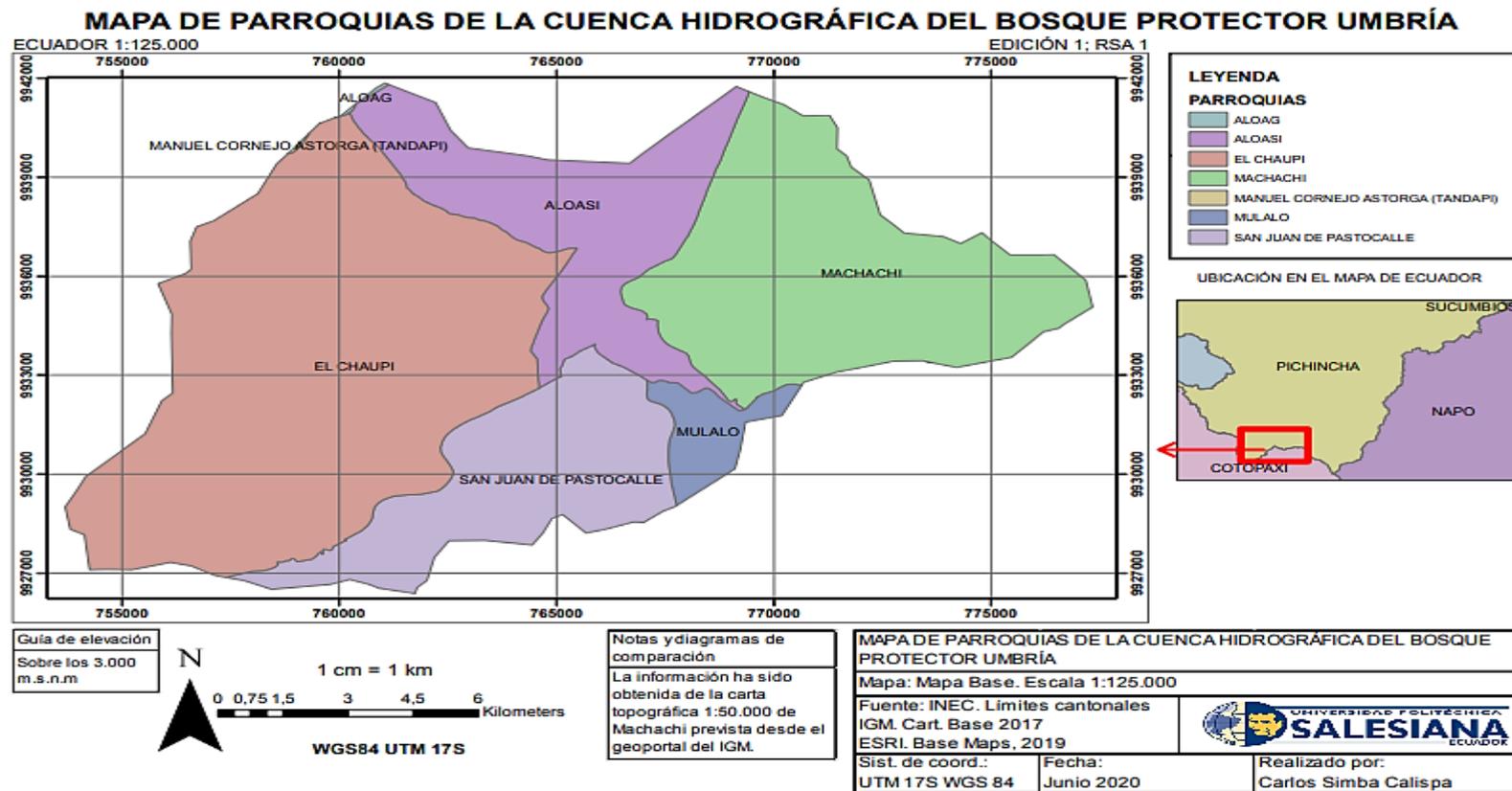
Parámetros	Expresado como	Unidad	Criterio permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1.000
Color	Color real	Unidades de Platino Cobalto	100
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	< 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	< 2
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
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
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Sólidos disueltos totales	SDT	mg/l	1.000
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	500
Temperatura		°C	Condición Natural ± 3 grados
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad	UNT	100

Nota. Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 3 Mapas

Figura 22

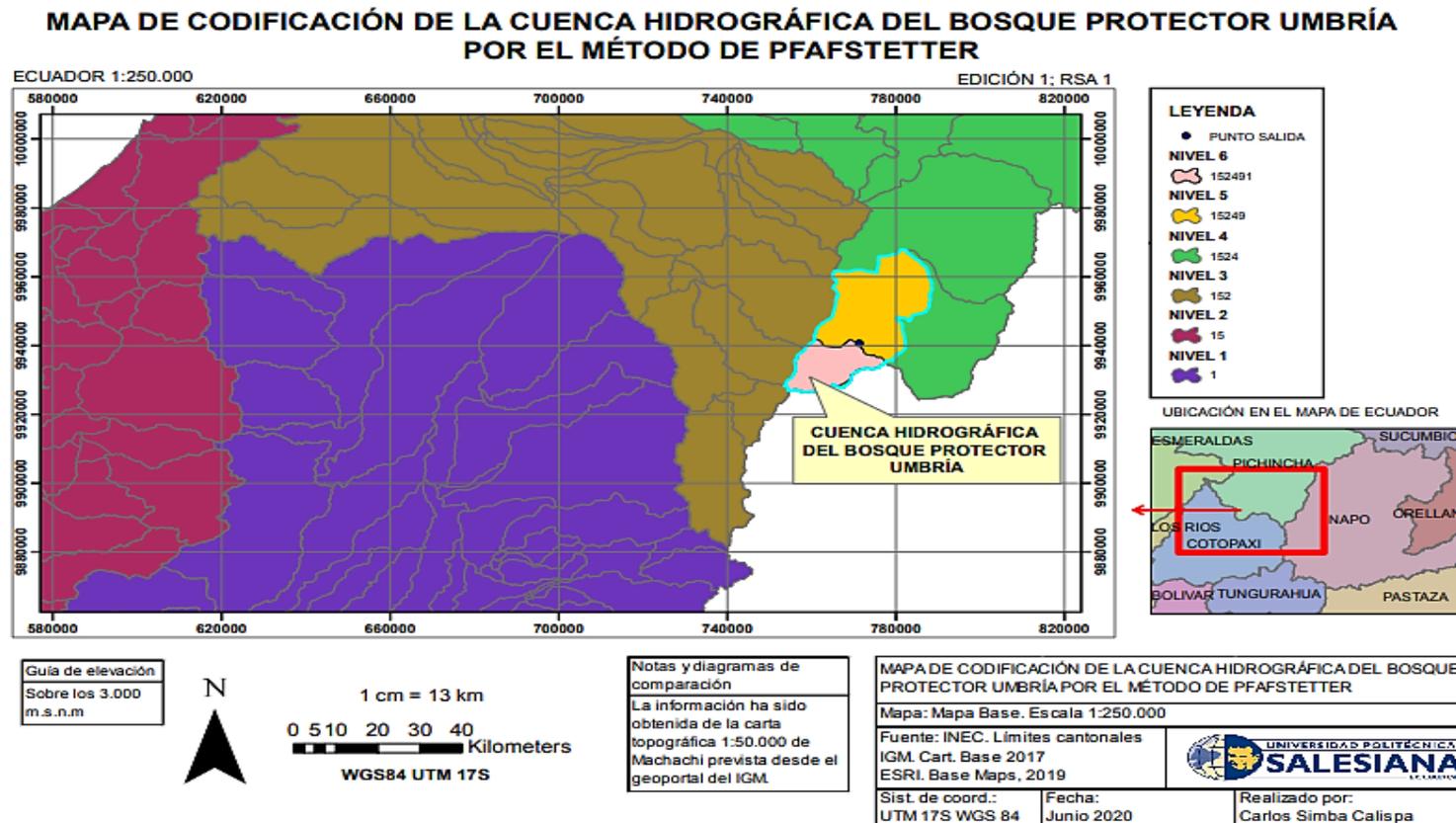
Mapa de Parroquias que Integran la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 23

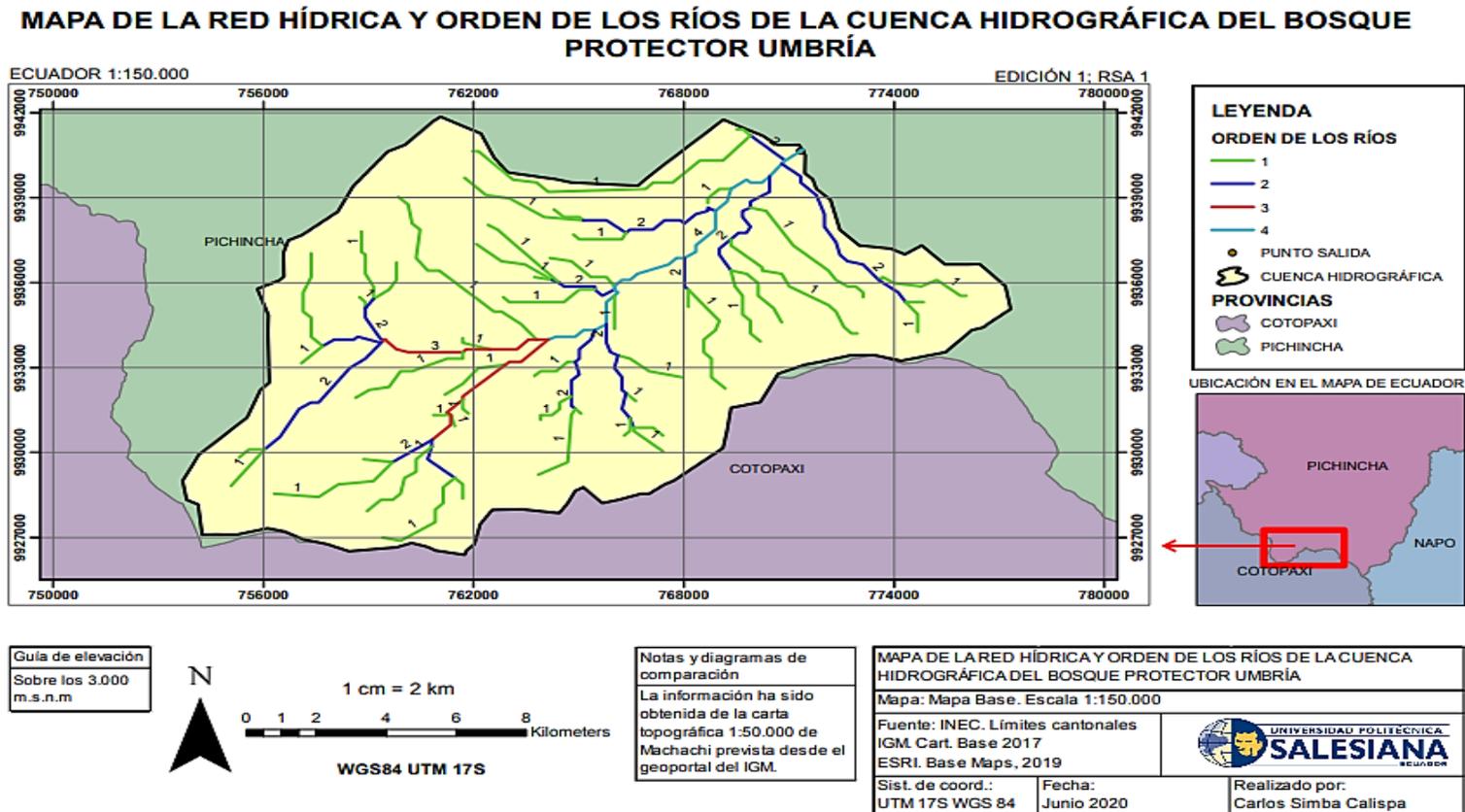
Mapa de Codificación de la Cuenca Hidrográfica del BPU por el Método de Pfafstetter



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 24

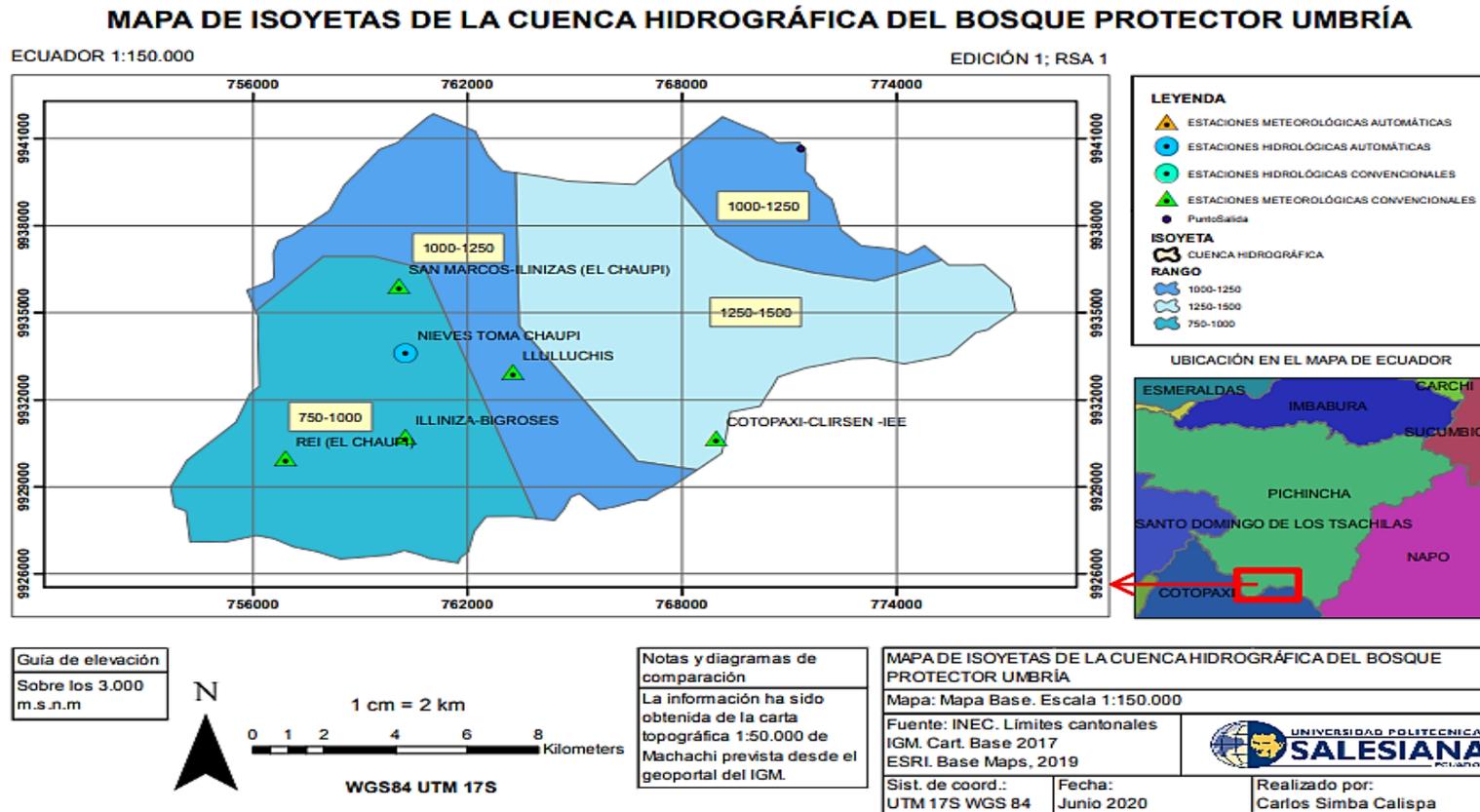
Mapa de la Red Hídrica y Orden de los Ríos de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 25

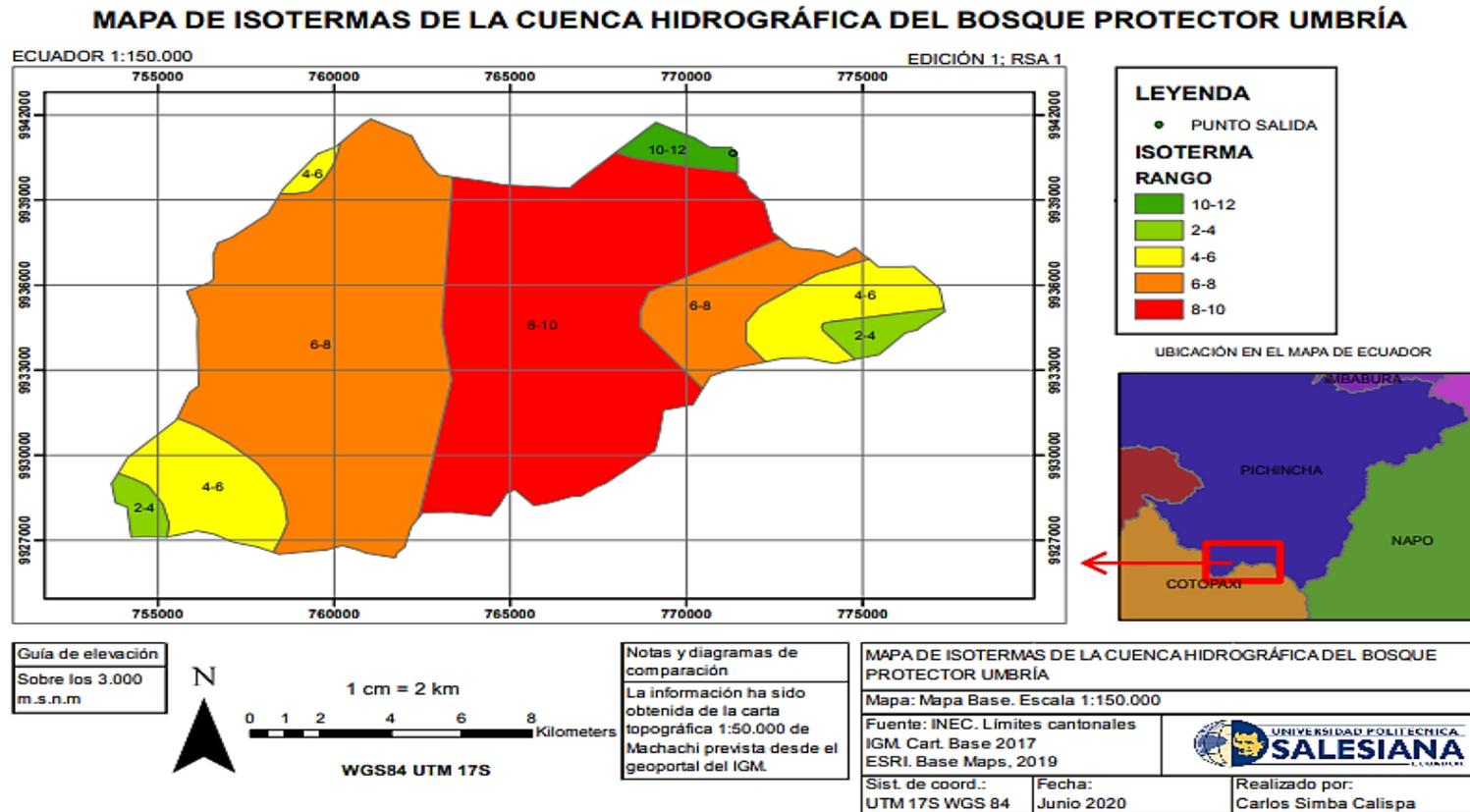
Mapa de Isoyetas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 26

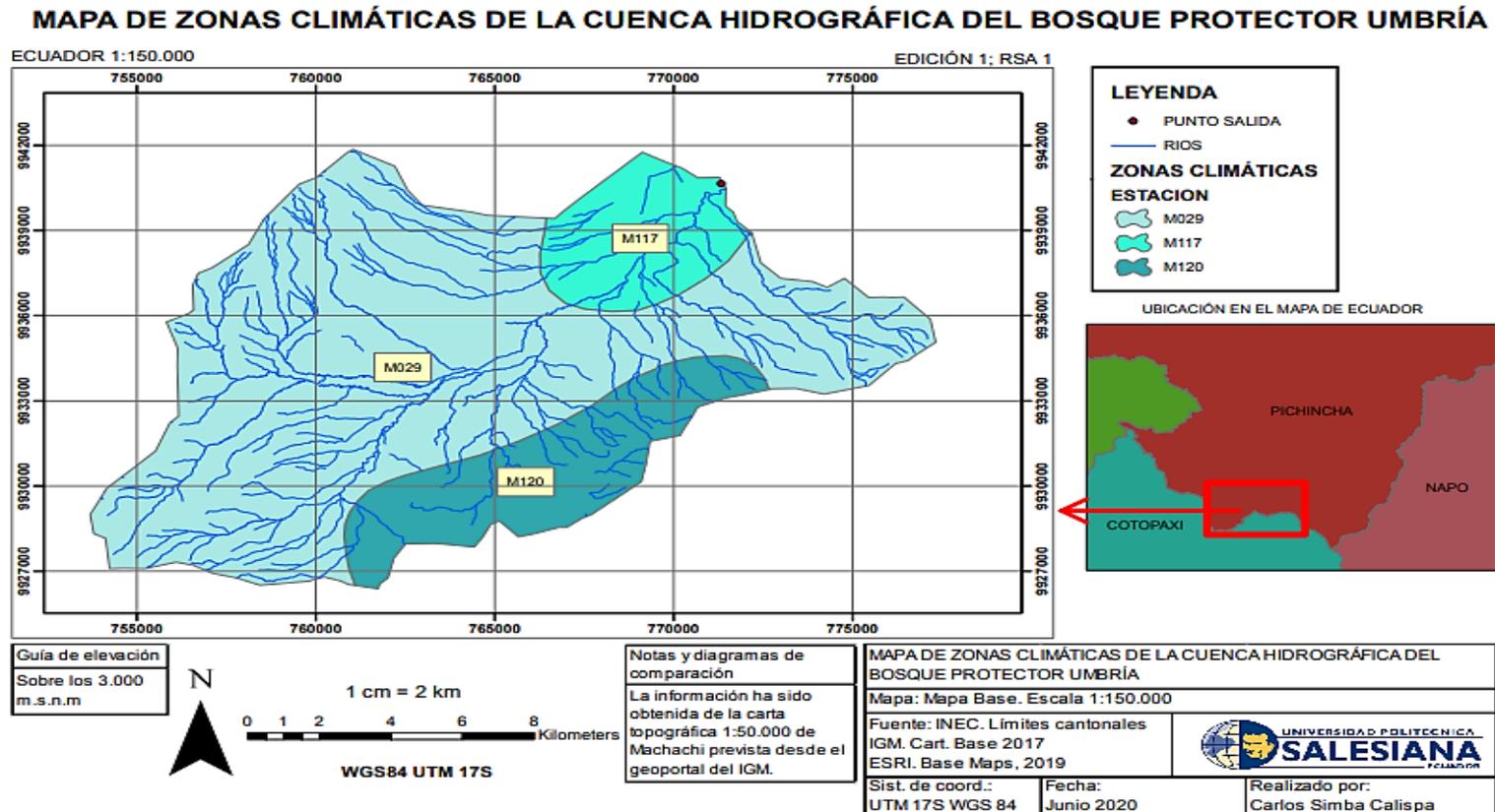
Mapa de Isotermas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 27

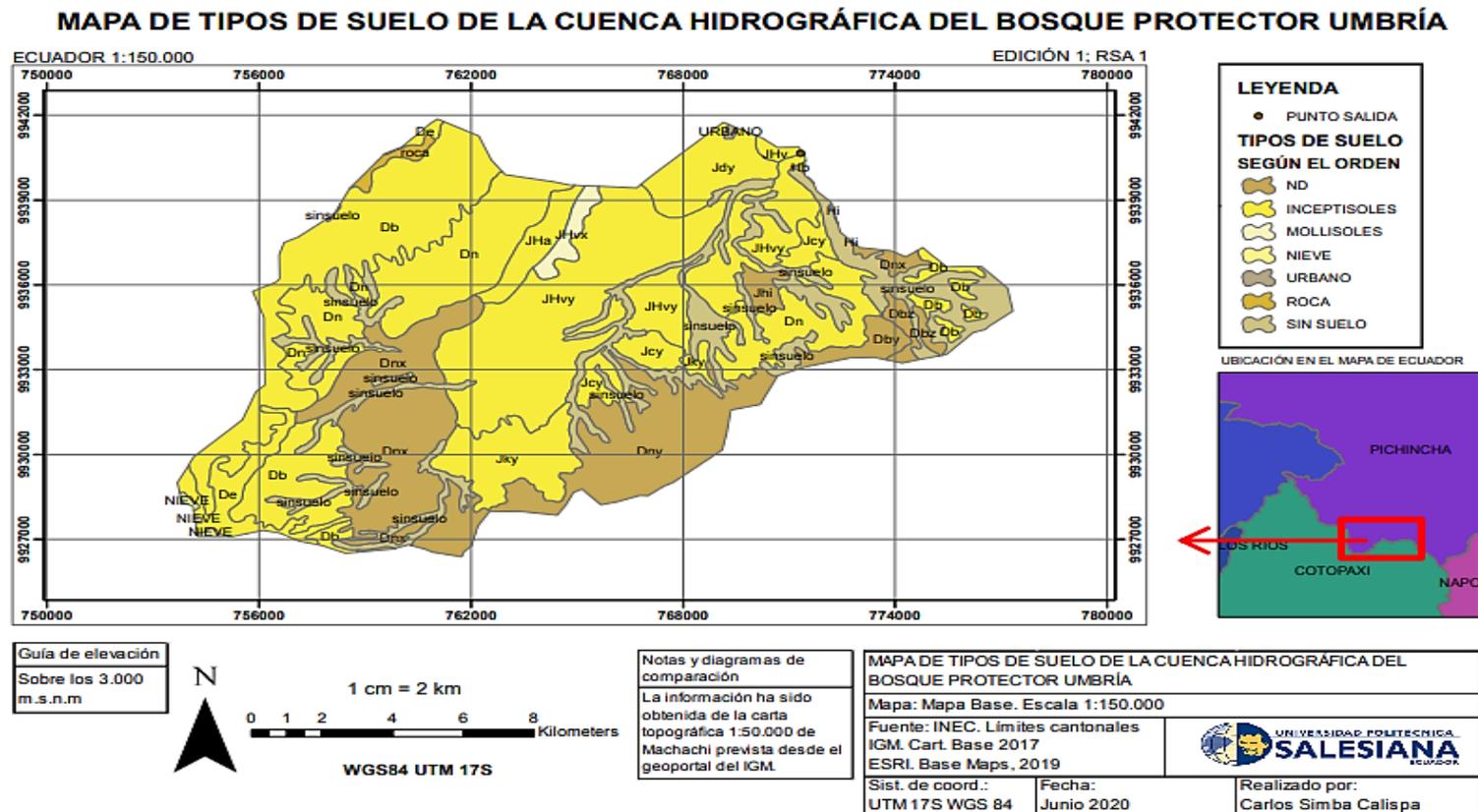
Mapa de Zonas Climáticas de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 28

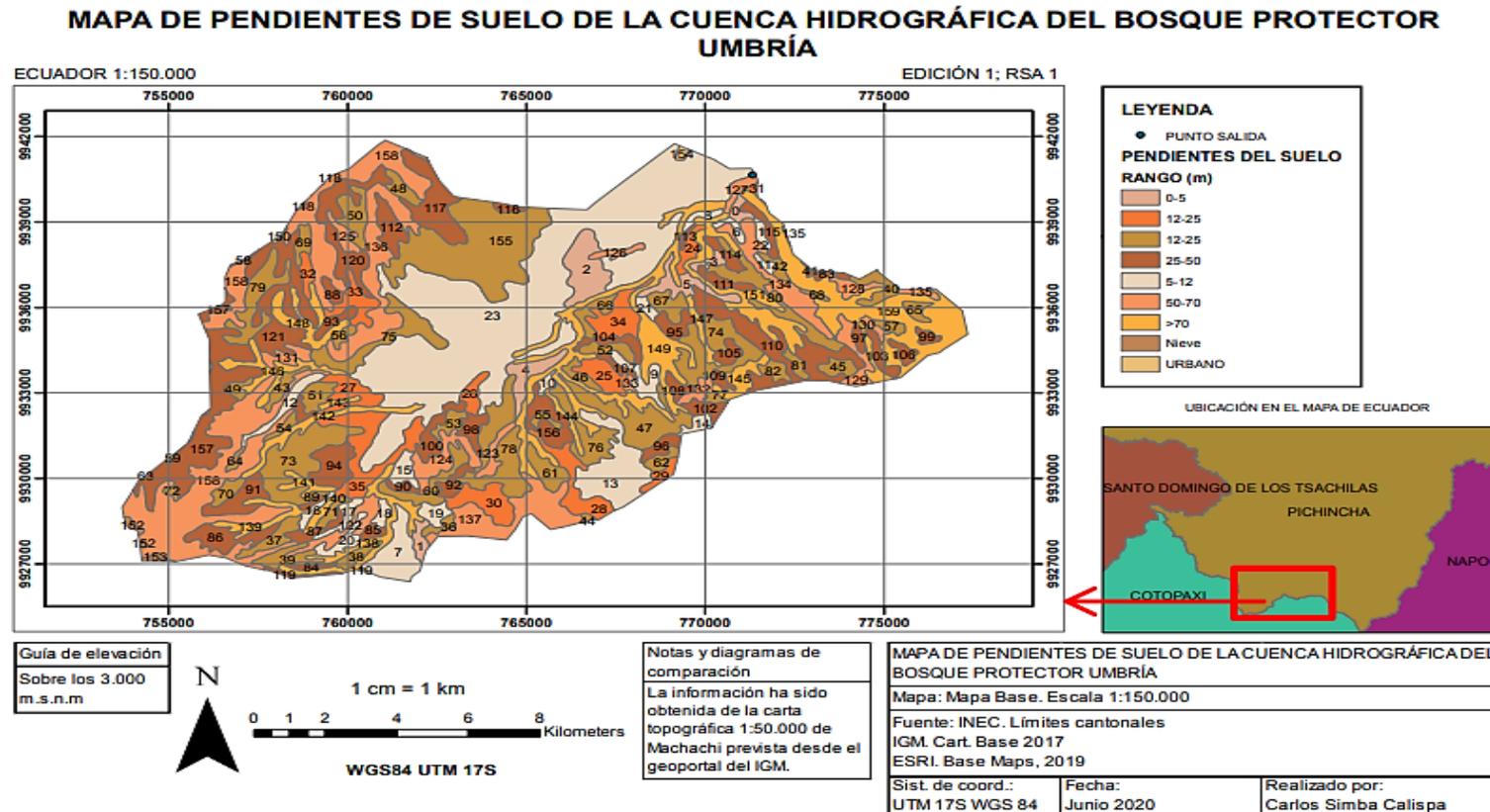
Mapa de Tipos de Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 29

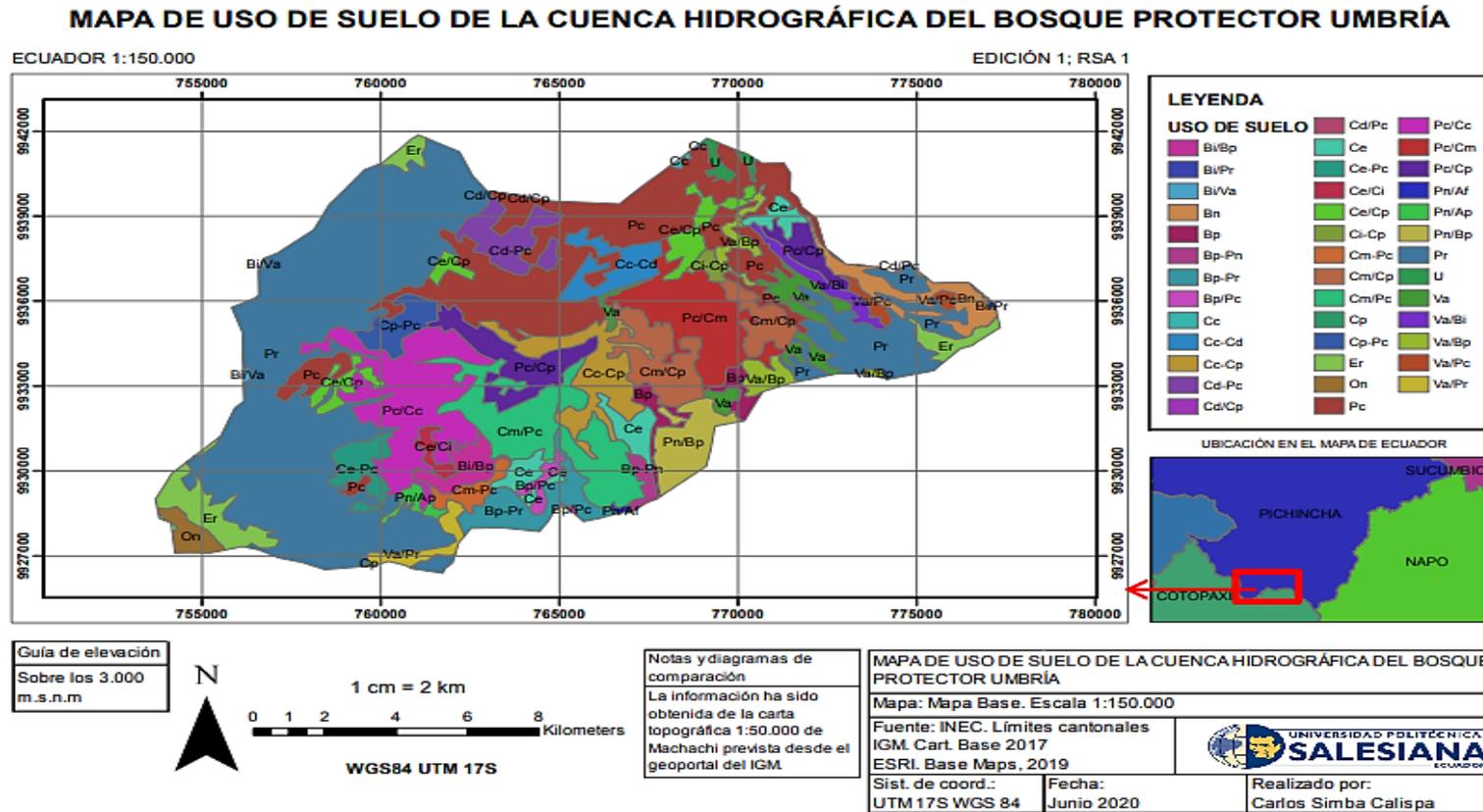
Mapa de Pendientes de Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 30

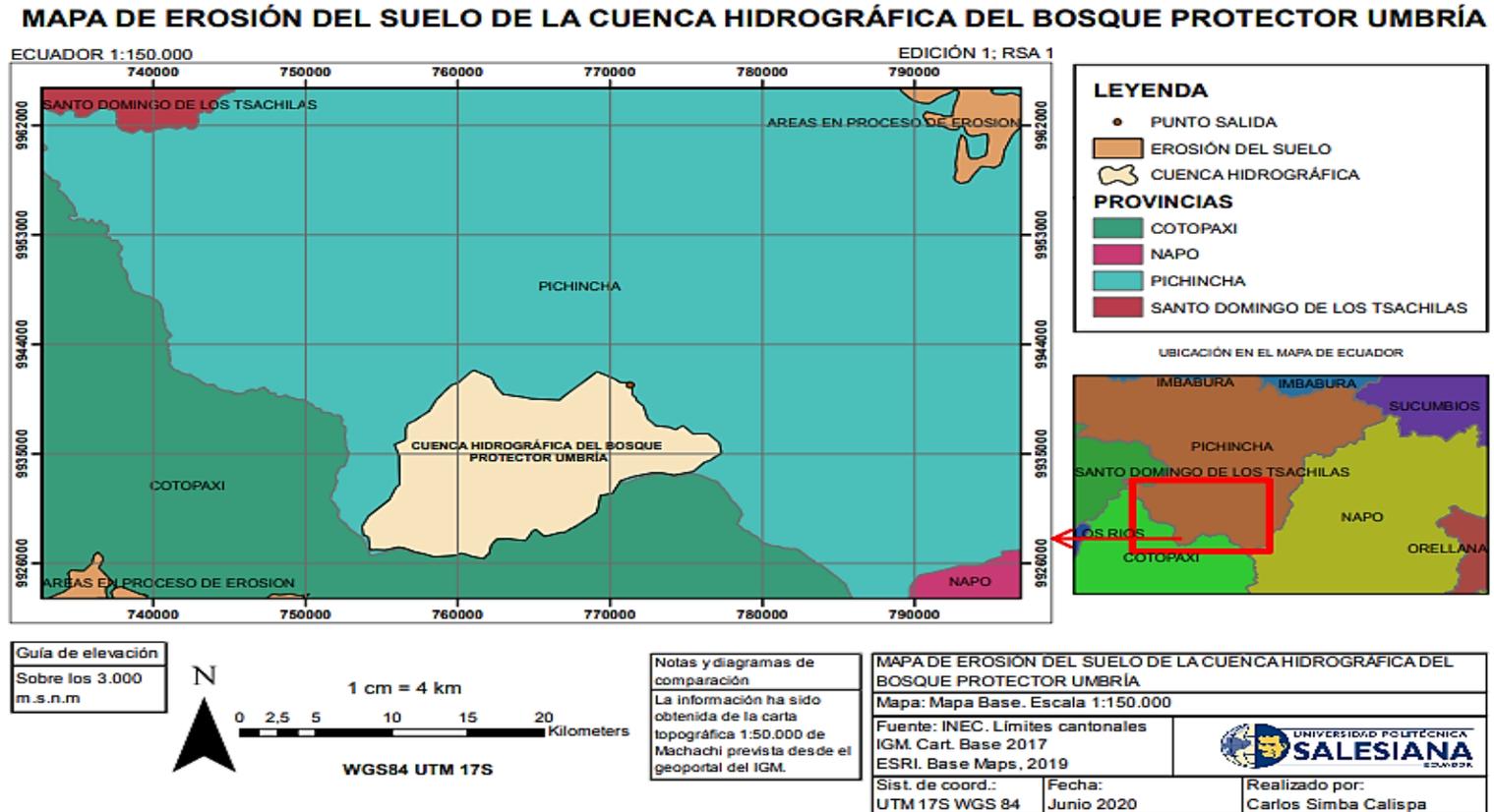
Mapa de Uso de suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 31

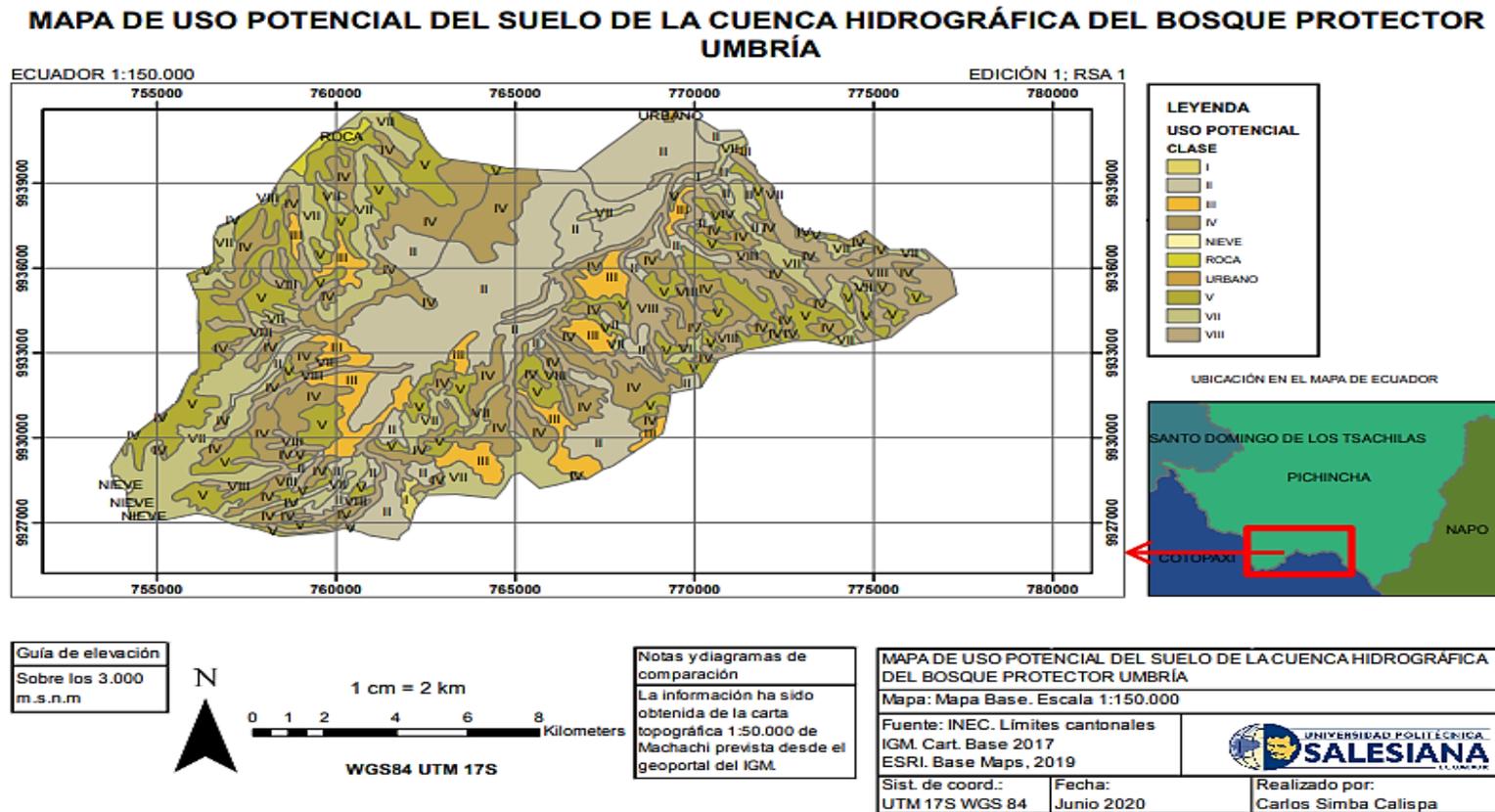
Mapa de Erosión del Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 32

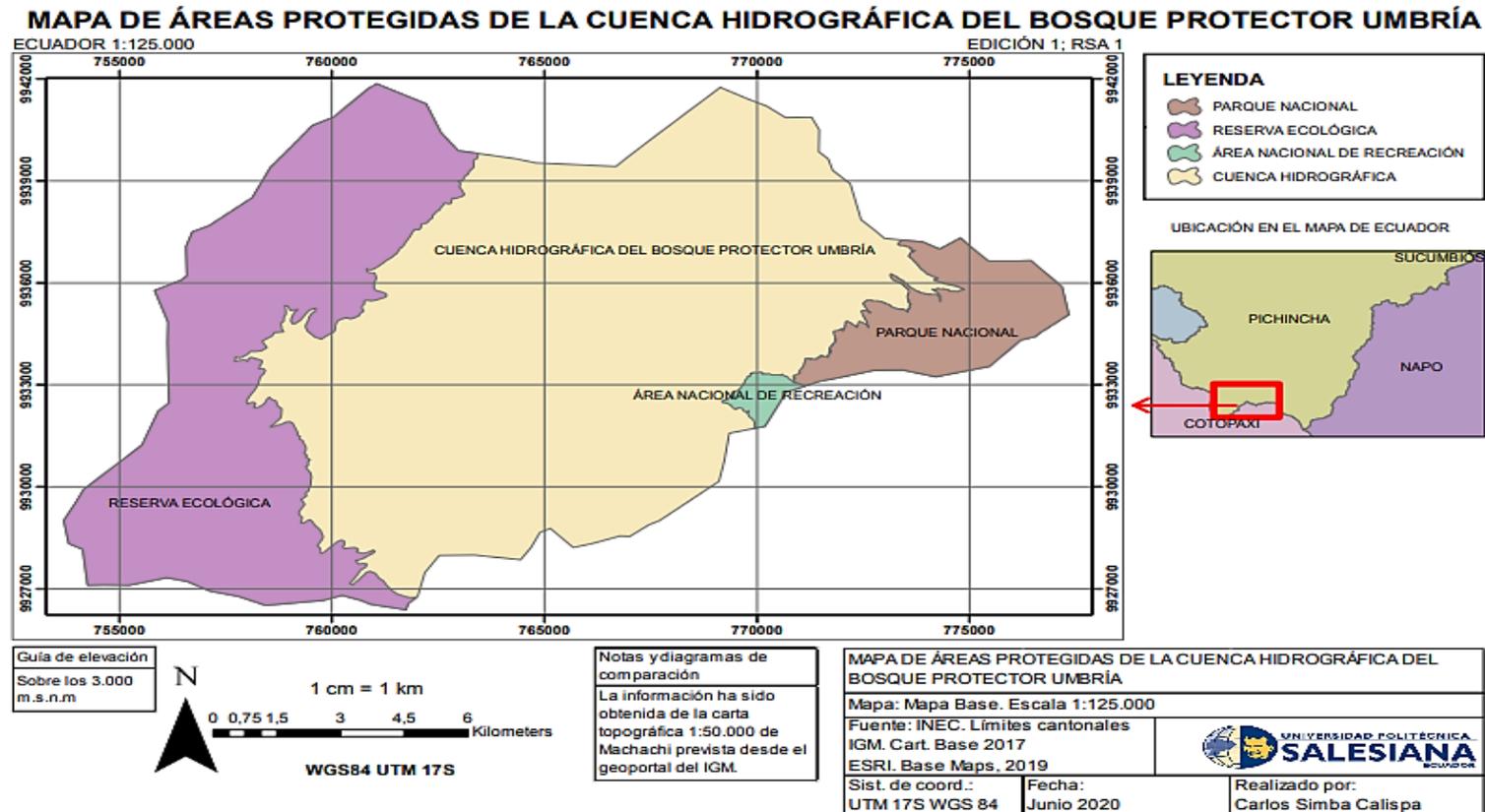
Mapa de Uso Potencial del Suelo de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 33

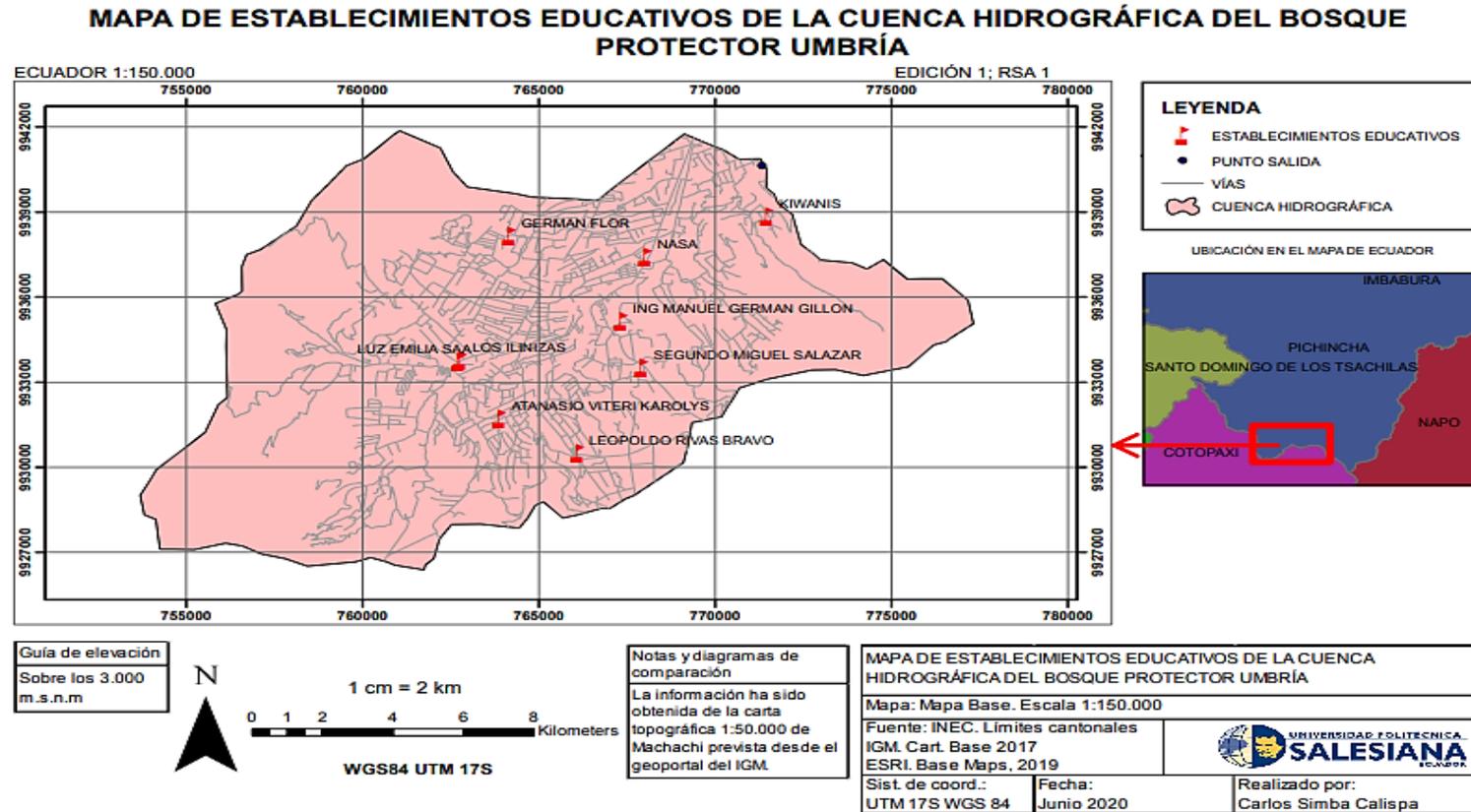
Mapa de Áreas Protegidas de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 34

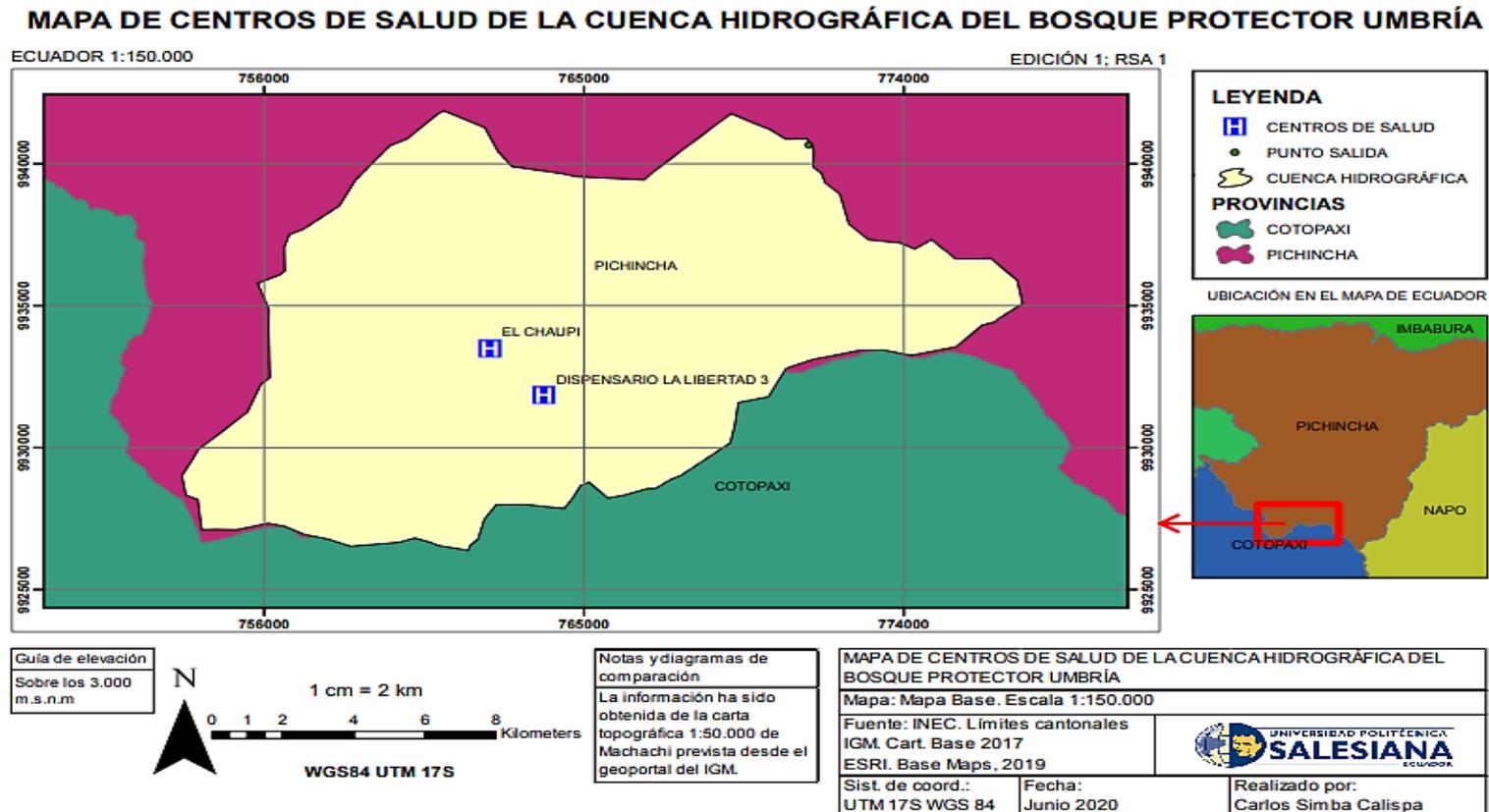
Mapa de Establecimientos Educativos de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 35

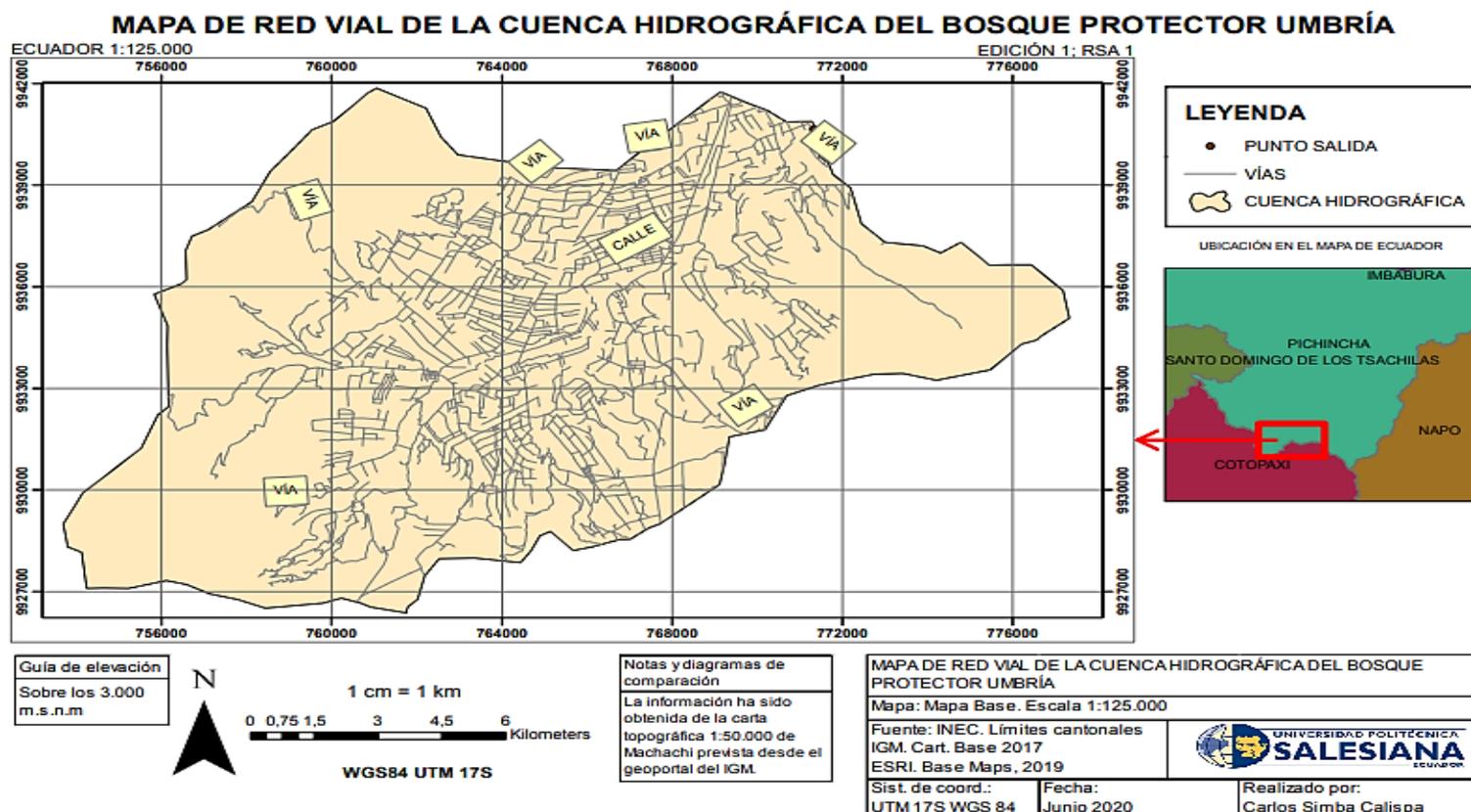
Mapa de Centros de Salud de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 36

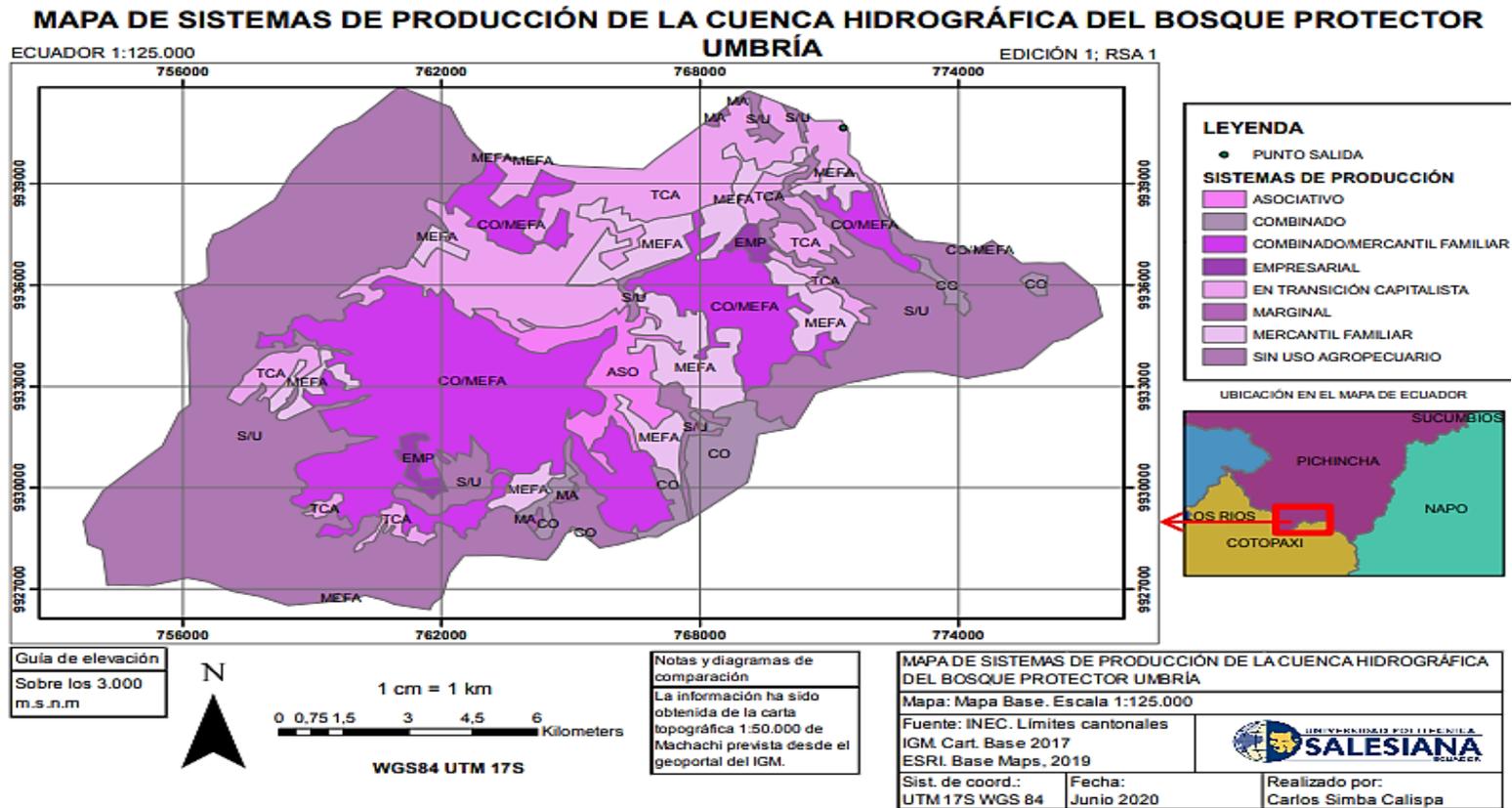
Mapa de Red Vial de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 37

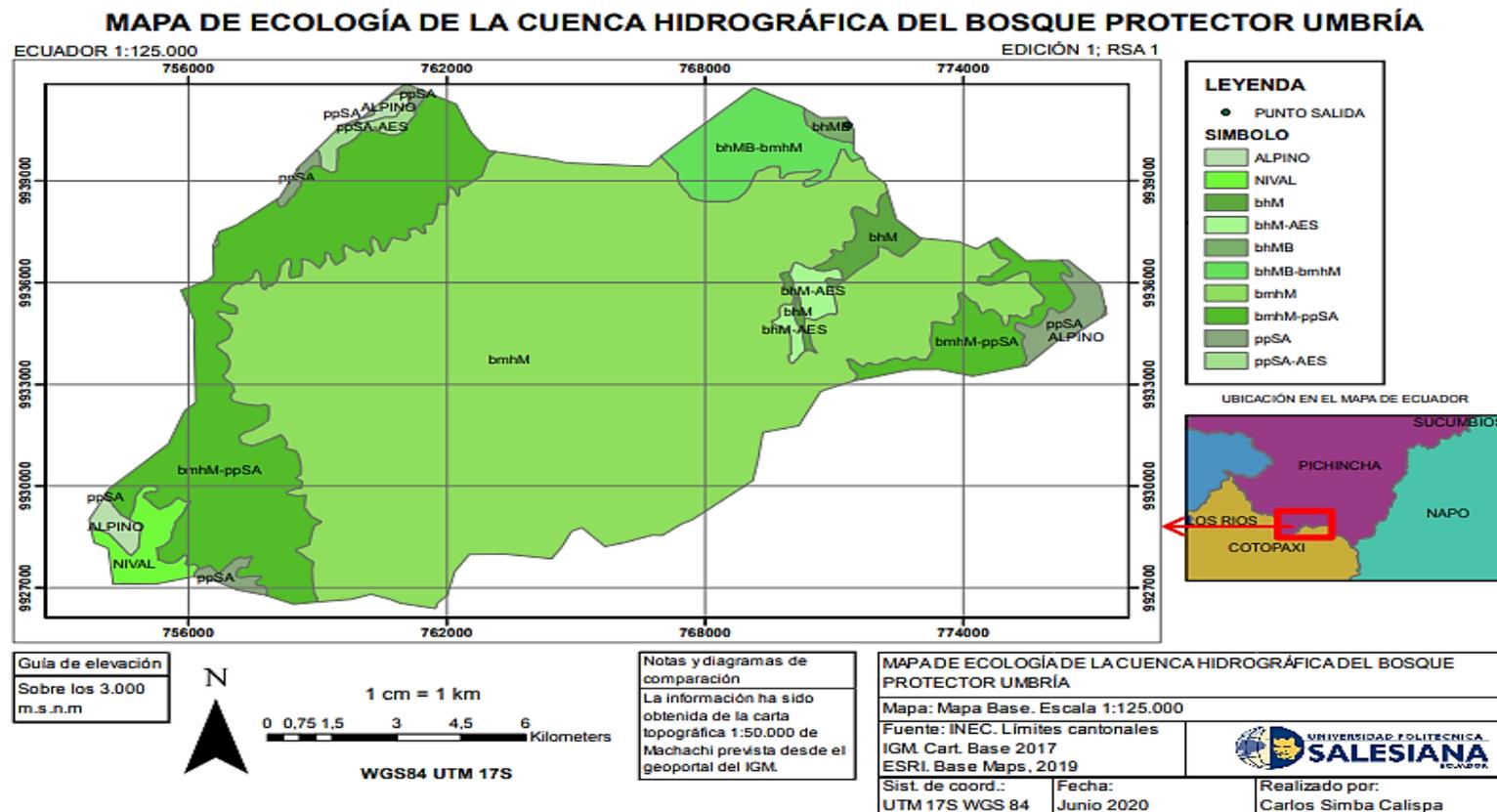
Mapa de Sistemas de Producción de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 38

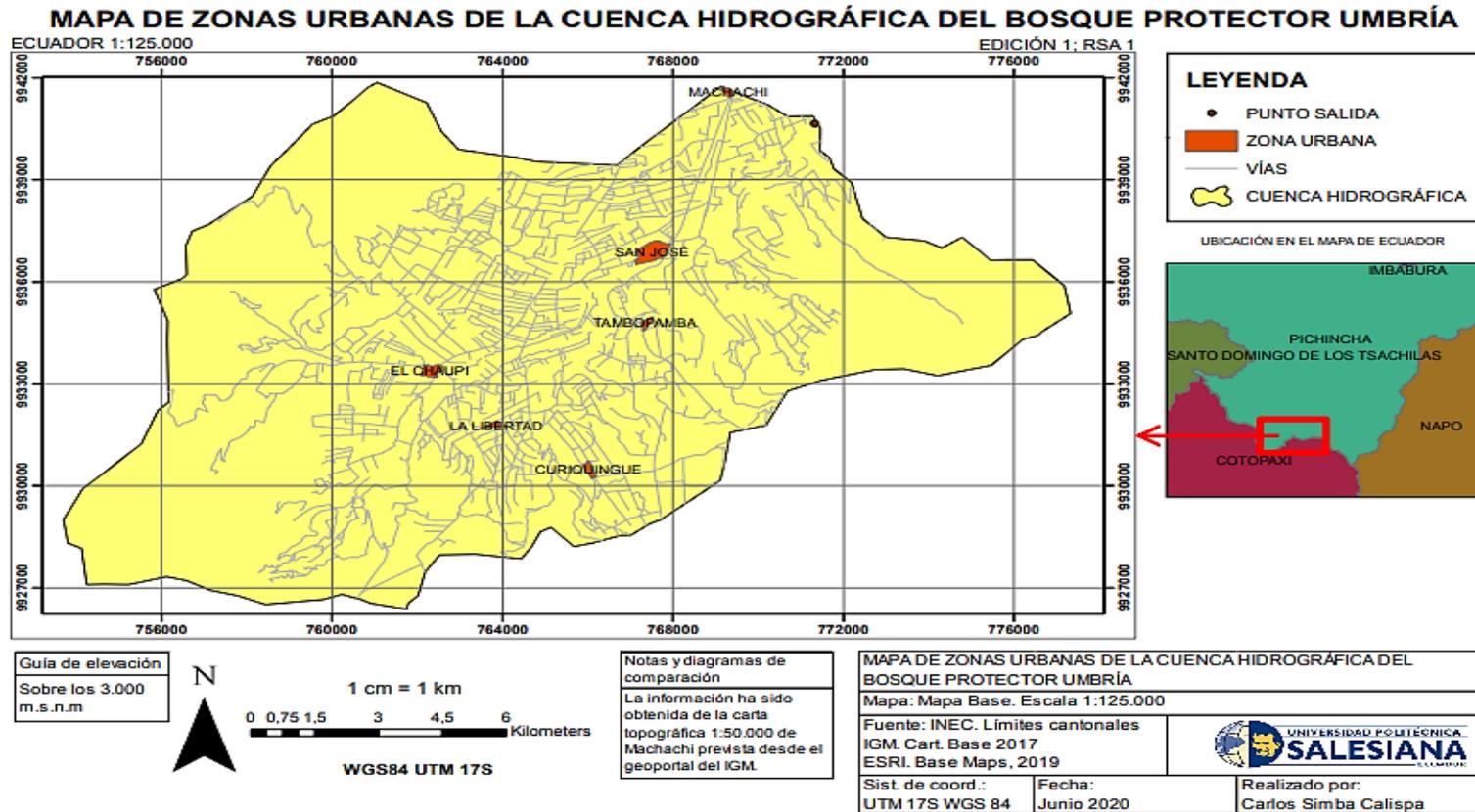
Mapa de Ecología de la Cuenca Hidrográfica del Bosque Protector Umbría



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Figura 39

Mapa de Zonas Urbanas de la Cuenca Hidrográfica del BPU



Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 4 Ficha de Campo de Calidad Hidromorfológica

Tabla 68

Requisitos para el análisis de la calidad hidromorfológica según el ABI

FICHA DE CAMPO DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA					
Observador:					
Fecha:		Quebrada:			
Provincia:		Cantón:		Parroquia:	
Coordenadas:				Hora:	
Altitud:				Localización:	
Profundidad (m):			Ancho (m):		
Velocidad:					
Fuentes de contaminación (Marca con una X)					
No evidente:		Potencial:		Evidente:	Nota:
Erosión					
Ninguna:		Moderada:		Evidente:	Nota:

Estructura y naturalidad de la vegetación de la ribera			
Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable	Marca con una X
0	Pésimo	Tierra baldía o cangahua.	
1	Malo	Cultivos y pastos.	
2	Regular	Hierbas cortas y pisadas.	
3	Moderado	Arbustos o árboles introducidos (pinos, eucaliptos, etc.).	
4	Muy bueno	Vegetación natural, bosques mixtos de especies nativas de la zona.	
5	Excelente	Vegetación natural, bosques de especies nativas de la zona.	
Continuidad de la ribera			
Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable	Marca con una X
0	Pésimo	----- ----	
1	Malo	Si la vegetación de ribera está solo en pequeños parches alejados entre sí (manchas aisladas).	
2	Regular	----- ----	
3	Moderado	Si la vegetación de ribera se presenta como parches interrumpidos por cultivos, infraestructuras o pastos.	
4	Muy bueno	----- ----	
5	Excelente	Vegetación continua, sin lugares donde haya pastos o cultivos.	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisajeadyacentes o próximos			
Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable	Marca con una X
0	Pésimo	Agricultura y elementos urbanismos ocupan más del 50% que del bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente.	
1	Malo	Cultivos ocupan más del 50 % del bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente, aunque no existan elementos urbanos.	
2	Regular	Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está próxima a elementos de urbanismo, pero estos elementos ocupan menos del 50% del paisaje.	

Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable	Marca con una X
3	Moderado	Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 50%.	
4	Muy bueno	Conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%.	
5	Excelente	Conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente.	
Presencia de basuras y escombros			
Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable	Marca con una X
0	Pésimo	Ribera con basuras y/o escombros abundantes y permanentes.	
1	Malo	----- ----	
2	Regular	Ribera con basuras y/o escombros escasos.	
3	Moderado	----- ----	
4	Muy bueno	----- ----	
5	Excelente	Ribera sin basuras ni escombros	
Naturalidad del canal fluvial			
Valor	Estado de la variable	Descripción de la variable	Marque con una X
0	Pésimo	Canal de la quebrada totalmente modificado por estructuras rígidas.	
1	Malo	Presencia de alguna estructura sólida dentro del lecho de la quebrada.	
2	Regular	----- ----	
3	Moderado	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho de la quebrada con reducción del canal de la quebrada.	
4	Muy bueno	----- ----	
5	Excelente	El canal de la quebrada no ha sido modificado.	
Velocidad y profundidad			
Rápido-somero		Rápido-profundo	Lento-somero

Velocidad y profundidad					
Lento- profundo		Nota:			
Elementos de heterogeneidad					
Hojarasca		Troncos y ramas		Diques naturales	
Raíces sumergidas		Vegetación acuática sumergida	Musgos		
			Plantas		
			Algas		
Observaciones:					

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 5 Ficha de Campo de Macroinvertebrados

Tabla 69

Requisitos para el análisis de la macroinvertebrados acuáticos según el ABI

FICHA DE CAMPO MACROINVERTEBRADOS							
Observador:							
Fecha:		Quebrada:					
Provincia:		Cantón:		Parroquia:			
Coordenadas:					Hora:		
Altitud:					Localización:		
Profundidad (m):				Ancho (m):			
Condiciones Meteorológicas:	Sol	Nublado	Lluvia	Etapas de la investigación:	Inicio	Desarrollo	Cierre
CAUDAL							
Distancia:							Notas:
Profundidad:							
Área:							
Velocidad:							
Caudales:							
Caudal Total:							
MACROINVERTEBRADOS							
Ancho máximo:							Notas:

MACROINVERTEBRADOS							
Velocidad del agua:	Rápido		Moderado			Lento	
% de Sustrato :	Bloques (>25 cm)	Canto rodado o (6-25 cm)	Gravas (2mm-6cm)	Arena	Arcilla	Lodo	Notas:
Observaciones:							

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 6 Encuesta Descriptiva de Carácter Social, Económico y Ambiental

Tabla 70

Requisitos para el análisis de la línea base de la cuenca hidrográfica del BPU

Buenos días, mi nombre es, estoy realizando una encuesta para un Trabajo Experimental, el cual tiene por tema “Manejo Integral de la cuenca hidrográfica del Bosque Protector Umbría como fuente de aporte para la captación de agua para consumo humano de los Barrios Occidentales de la parroquia Aloasí, cantón Mejía”. Por favor marcar con una (X) sobre la respuesta que considere apropiada (marque solo una opción de respuesta), es importante para nosotros sus opiniones y percepciones. Gracias por su colaboración, sus aportes son muy valiosos para nosotros.			
A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD			
Encuestador (a):			
Fecha de la entrevista:			
Comunidad:			
Cantón:			
Provincia:			
Persona Entrevistada (jefe del hogar):	Padre: ()	Madre: ()	Otro:
B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA			
1. Uso:	Solo vivienda: ()	Vivienda y otra actividad producida asociada: () Indique: _____	
2. Tiempo que viven en la casa:	Años:		
3. Tenencia de la vivienda:	Propia: ()	Alquilada: ()	¿Cuánto paga al mes?:

4. Uso:	Solo vivienda: ()		Vivienda y otra actividad producida asociada: () Indique: _____			
5. Tiempo que viven en la casa:	Años:					
6. Tenencia de la vivienda:	Propia: ()			Alquilada: () ¿Cuánto paga al mes?:		
7. Material predominante de la casa:	Adobe: ()	Madera: ()	Bloque: ()	Acero: ()	Ladrillo: ()	Otro: _____
8. Posee energía eléctrica:	Sí: ()		No: ()	¿Cuánto paga al mes? S/.		
9. Red de agua:	Sí: ()		No: ()	¿Cuánto paga al mes? S/.		
10. Red de alcantarillado:	Sí: ()		No: ()	¿Cuánto paga al mes? S/.		
11. Pozo séptico/Baño seco/Otro:	Sí: ()		No: ()	¿Cuánta paga al mes? S/.		
12. Teléfono/Internet:	Sí: ()		No: ()	¿Cuánta paga al mes? S/.		
13. Apreciaciones del Entrevistador						
14. La vivienda pertenece al nivel económico:	Alto: ()		Medio: ()		Bajo: ()	
15. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:	Alto: ()		Medio: ()		Bajo: ()	
C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA						
16. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?						
17. ¿Cuántas familias viven en la vivienda?						
18. ¿Cuántos miembros tiene su familia?						

Nombre	Parentesco	Edad	Genero	Estado Civil	Grado de instrucción	Profesión/ Ocupación	
19. ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo?							
20. ¿Cuántas personas trabajan en su familia?							
D. INFORMACIÓN DE LA POSESIÓN DE ANIMALES							
Animales	Cantidad	Tiene corral=1; Comedero y bebedero=2; viven a campo abierto=3; viven en la cocina=4	Cantidad (anual=1; mensual=2; semanal=3)		Cada cuánto tiempo vende	Precio de venta	Dónde vende
			Consumo	Venta			
Vacas							
Caballo							
Ovejas							
Cerdos							
Cuyes							
Gallinas							
Otros (especifique)							

E. CARACTERÍSTICAS DE LAS CHACRAS EN HECTAREAS, TOPOS (m²)									
21. ¿Cuántas Has? de chacra en secano tiene?									
Nº	Seca no	Con riego	Tipo de cultivo	Cantidad de siembra (g, quintales, kilos)	Cantidad para (kilos, g)		Frecuencia de venta	Precio de venta	Donde lo vende
					Consumo	Venta			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
F. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA									
22. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?									
23. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?				Horario desde la: _____			Hasta las: _____		
24. ¿Paga usted por el servicio de agua?:				Si: ()		No: ()		Si es si, pasar a la pregunta N° 23	
25. Si es no, ¿Por qué?				Luego ir a la pregunta N° 25					
26. Si es si, el consumo de agua facturada en el último mes fue: (solicitar el último recibo)				Cantidad Facturada (m ³) _____ y el pago fue S/. _____ habitualmente cuánto paga al mes S/. _____ ¿Cuándo fue el último mes que pagó? _____.					
27. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es:				Bajo: ()		Justo: ()		Elevado: ()	
28. La cantidad de agua que recibe es:				Suficiente: ()			Insuficiente: ()		

29. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia?	Si: ()	No: ()	Si es no, pasar a la pregunta N° 28	
30. ¿Almacena agua en su casa?	Si: ()	No: ()	Si es si responde:	
Indique la respuesta:				
31. La calidad del agua es:	Buena: ()	Mala: ()	Regular: ()	
32. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda?	Baja: ()	Suficiente: ()	Alta: ()	
33. ¿El agua llega limpia o turbia?:	Limpia todo el año: ()	Turbia por días: ()	Turbia por meses: ()	Turbia todo el año: ()
34. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?	Bueno: ()	Malo: ()	Regular: ()	
Comentario:				
35. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:	Si: ()	No: ()	Indique:	
36. El agua que viene de la red pública la usa para:	1. Beber: ()	2. Preparar alimentos: ()	3. Lavar ropa: ()	4. Higiene personal: ()
	5. Limpieza de la vivienda: ()	6. Regar la chacra: ()	7. Otros: ()	
37. ¿Se abastece de otra fuente?	Si: ()	No: ()	Si es no, pasar a la pregunta N° 47	
38. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:	a. Río/Lago () b. Pileta publica () c. Camión cisterna () d. Acequia () e. Manantial ()		f. Pozo () g. Vecino () h. Lluvia () i. Otro: _____	
39. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? _____ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? _____ minutos				

40. ¿Cuántas veces al día acarrea?				
41. ¿Quiénes acarrear el agua?	¿Cuántos son mayores de 18 años? _____	¿Cuántos son menores de 18 años?		
42. Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza?				
43. ¿Qué tipo de recipientes utiliza, cuál es su capacidad y si paga o no por el agua?	Indique:			
44. ¿En qué ocasiones se abastece de esta otra fuente?:	a. Permanente ()		Especificar: _____	
	b. Algunos días ()		Especificar: _____	
	c. Algunos meses ()		Especificar: _____	
45. ¿El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún tratamiento?:	Si: ()	No: ()	Indique: _____	
46. El agua que trae de esta otra fuente la usa para:	1. Beber: ()	2. Preparar alimentos: ()	3. Lavar ropa: ()	4. Higiene personal: ()
	5. Limpieza de la vivienda: ()	6. Regar la chacra: ()	7. Otros: ()	
47. Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es:	Suficiente: ()		Insuficiente: ()	
48. Si se realizan obras para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable, ¿Cuánto pagaría por el buen servicio (24 horas del día, buena presión y buena calidad del agua)? S/. _____				
49. ¿Si es no, por qué?	Estoy satisfecho con la forma como me abastezco () No tengo dinero o tiempo para pagar la obra () No tengo dinero para pagar cuota mensual () Otro especificar _____			

G. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA				
50. Considera usted que el agua potable es un bien que:	Debe pagarse () ¿Por qué? _____			
	No debe pagarse () ¿Por qué? _____ _____			
51. ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?	Si () ¿Por qué? _____			
	No () ¿Por qué? _____ _____			
52. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?	Indique y cuál es su tratamiento (casero o medicamento recetado): 			
53. ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?	Por recolector municipal ()	Enterrado ()	En botadero ()	Quemado ()
	Otro (especifique):			
54. ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?	Diaria ()		2 veces a la semana ()	
	Cada 2 días ()		1 vez a la semana ()	
H. CONCIENCIA AMBIENTAL				
52. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día?	Si: ()	No: ()	No sabe: ()	
53. ¿Cuándo una persona arroja basura?	Se contamina ()	No se contamina ()	No sabe /No opina: ()	
54. ¿Qué es el agua?	La fuente de la vida ()	Sin el agua no se puede vivir ()	Me sirve para cocinar, lavar etc. ()	
	Es solo agua ()	No sabe ()	Otro ()	

I. GESTIÓN AMBIENTAL			
55. ¿Ha realizado buenas prácticas en favor al medio ambiente desde su hogar?	Si: ()	No: ()	¿Cuáles?
56. ¿Ha participado en proyectos de forestación y/o reforestación en el Bosque Protector Umbría?	Si: ()	No: ()	¿Cuándo?
57. ¿La Junta de Agua ha desarrollado campañas de educación ambiental para la comunidad?	Si: ()	No: ()	¿Cuándo?
J. PROBLEMAS AMBIENTALES			
58. ¿Cuál es la principal razón para que los comuneros talen los árboles y vegetación nativa del Bosque Protector Umbría?			
59. ¿Conoce usted, las sanciones civiles y penales que contrae la tala ilegal de vegetación en un Bosque Protector?	Si: ()	No: ()	¿Cuándo?
60. ¿Alguna autoridad legal ha intervenido para solucionar el problema de la tala de vegetación nativa en el Bosque Protector?	Si: ()	No: ()	¿Cuál?
61. ¿La comunidad ha denunciado alguna vez a las personas que talan los árboles y vegetación nativa en sus predios en alguna institución pública?	Si: ()	No: ()	¿Cuándo?
62. ¿Considera primordial detener y prohibir esta práctica de talado en toda la comunidad de Umbría?	Si: ())	No: ()	¿Por qué?

63. ¿Qué haría usted para solucionar esta problemática, desde el punto de vista de habitante en la comunidad?			
64. ¿Cuál es la frecuencia con la que las personas talan los árboles en la zona del Bosque Protector?	Alta: ()	Media: ()	Baja: ()
65. ¿Conoce algún problema en la comunidad que afecte de manera negativa a la naturaleza?	Sí: ()	No: ()	¿Cuáles?

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 7 Socialización con los Representantes de la Comunidad de Umbría

Figura 40

Asamblea de socialización de resultados obtenidos



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 41

Asamblea de socialización de resultados obtenidos por cada visita a la comunidad



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 42

Capacitación a la comunidad en conservación y manejo de recursos naturales



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 8 Sitio de Muestreo para la Determinación de la Calidad del Agua

Figura 43

Planta de tratamiento de agua potable para consumo humano en el barrio Umbría



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 44

Captación hídrica del ojo de agua y la quebrada Cumbiteo “Agua Potable 1”



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 9 Medición In Situ de Parámetros de la Calidad del Agua

Figura 45

Equipos y materiales utilizados para la medición de parámetros in situ



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 46

Transporte de las muestras de agua tomadas en un cooler de espuma flex



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 10 Medición en Laboratorio de Parámetros de la Calidad del Agua

Figura 47

Materiales y equipos utilizados en el laboratorio el análisis de la calidad de agua



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 48

Muestras de agua tomadas en cada punto definido para su análisis de calidad



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 49

Reactivos y disoluciones para determinar la DBO5 en cada muestra de agua tomada



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 50

Viales HANNA de bajo rango empleados para el análisis de la DQO



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 51

Análisis de la DBO₅ en frascos Winkler dispuestas en la estufa eléctrica a 20 °C



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 52

Viales de bajo rango en el reactor HANNA HI 839800 a 150 °C



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 11 Instalación de Equipos e Identificación de Macroinvertebrados

Figura 53

Estereoscopio con cámara digital para visualizar la imagen enfocada en vivo



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 54

Macroinvertebrados de la familia Chironomidae derivados de la orden díptera



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 12 Problemáticas Ambientales en la Zona de Estudio

Figura 55

Deforestación evidenciada en la vegetación nativa en las faldas del BPU



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Figura 56

Incremento del área para pastoreo en las faldas del BPU



Nota. Esta figura ha sido presentada por Cortés y Simba (2020).

Anexo. 13 Resultados de Laboratorio

Figura 57

Resultados del análisis microbiológico en el mes de diciembre. Punto Agua Potable 1.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39355
 ORDEN DE TRABAJO No. 63133

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	BANGOLQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	17/12/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	20/12/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/12/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

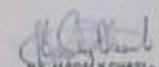
3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA



R. MAGALY CHASI - Mg. RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA

R-OC-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: feq.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 58

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de diciembre. Agua Potable 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39355
ORDEN DE TRABAJO No. 63133

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SAHGOLOQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1
LOTE:	—
FECHA DE ELABORACIÓN:	—
FECHA DE VENCIMIENTO:	—
FECHA DE RECEPCIÓN:	17/12/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	20/12/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/12/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

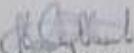
3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



SECRETARÍA DE CIENCIAS QUÍMICAS



B.F. MAGALY CHABI - Mg.
RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA

R-0C-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 – E-mail: fca.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 59

Resultados del análisis microbiológico en el mes de diciembre. Punto Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39355
 ORDEN DE TRABAJO No. 63133

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 2
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	17/12/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	10:30
FECHA DE ANÁLISIS:	20/12/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/12/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

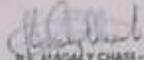
3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
OFICINA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS



M. MAGALY CHASI - Mg. Sc.
RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA

R-GC 01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-242 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 – E-mail: fca.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 60

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de diciembre. Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50575
ORDEN DE TRABAJO No. 63133

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 2		
FECHA DE RECEPCIÓN:	17/12/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 17/12/2019 al 23/12/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/12/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	0.7	MAM-43 / APHA 4500-NO ₃ B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	100	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

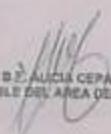
3. DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



SECRETARÍA DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS



D^{CA} ALICIA CEPÁ
RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

R.GC 01-23

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 – E-mail: fca_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 61

Resultados del análisis microbiológico en el mes de diciembre. Punto Agua Potable 3



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50575
ORDEN DE TRABAJO No. 63133

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 3		
FECHA DE RECEPCIÓN:	17/12/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	10:30
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 17/12/2019 al 23/12/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/12/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	0.6	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	90	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



B. F. ALICIA CEPA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

R-CC-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216730 – E-mail: fca_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 62

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de diciembre. Agua Potable 3



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF, LAB, MI 50575
ORDEN DE TRABAJO No. 63133

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 3		
FECHA DE RECEPCIÓN:	17/12/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 17/12/2019 al 23/12/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/12/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃)	mg/L	0.6	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	90	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



B. Y. ALICIA CEPA
 RESPONSABLE DEL AREA DE AMBIENTAL

R-OC-01-25

Dirección: Francisca Viteri s/h y Gilberto Gotta Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 – E-mail: faq_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 63

Resultados del análisis microbiológico en el mes de enero. Punto Agua Potable 1


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39370
ORDEN DE TRABAJO No. 63148

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANDOLQUI
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/01/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10H00
FECHA DE ANÁLISIS:	21/01/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	24/01/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	<math>< 1.1</math>	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO.

DATOS ADICIONALES
NMP/100ml. Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD


B.S. MAGALY CHABI - Wgv
RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA

R-001-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sabral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 64

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de enero. Punto Agua Potable 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50590
ORDEN DE TRABAJO No. 63148

SOLICITADO POR:	SIMSA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1		
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/01/2020	HORA DE RECEPCIÓN:	10:00
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 18/01/2020 al 24/01/2020		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	24/01/2020		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al O&P. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C ylo E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃)	mg/L	0.7	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	105	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OFICINA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

AV. Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs.asp@uce.edu.ec



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

B.F. ALICIA CEPEDA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

RQC 01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs.asp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 65

Resultados del análisis microbiológico en el mes de enero. Punto Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39370
 ORDEN DE TRABAJO No. 63148

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 2
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/01/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10H00
FECHA DE ANÁLISIS:	21/01/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	24/01/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREO POR:	EL CUENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

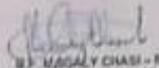
3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



SECRETARÍA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS



DR. MAGALY CHASI - MgD.
 RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGÍA

R.QC 01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobraf - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcaj.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 66

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de enero. Punto Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50590
ORDEN DE TRABAJO No. 63148

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 2		
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/01/2020	HORA DE RECEPCIÓN:	10H00
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 18/01/2020 al 24/01/2020		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	24/01/2020		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO	CONTENIDO:	1 GALÓN
-----------------	--------------	---------	---------	------------	---------

OBSERVACIONES: * Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP
 * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃)	mg/L	0.6	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	96	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

1: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



AUTORIDAD DEL AGUA
 INSTITUCIÓN PÚBLICA DE ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA
 C/ VÍA INTERNACIONAL, PARRALILLO, CANTÓN QUITO - TEL: 02 2502 456 - FAX: 02 2502 456



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA



B.F. ALICIA CEPÁ
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

R-GC-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 – E-mail: fcsj.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 67

Resultados del análisis microbiológico en el mes de enero. Punto Agua Potable 3



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39370
 ORDEN DE TRABAJO No. 63148

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI
MUESTRA DE DESCRIPCIÓN:	AGUA
LOTE:	AGUA POTABLE 3
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/01/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10H00
FECHA DE ANÁLISIS:	21/01/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	24/01/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	250ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

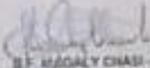
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-12/5M 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3. DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD







B.F. MAGALY CHASI - MgD
 RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA

R. OC 01 25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15.18, 21, 31, 13
 Teléfono: 3216740 – E-mail: fcsj.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 69

Resultados del análisis microbiológico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39400
 ORDEN DE TRABAJO No. 63178

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/02/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10:30
FECHA DE ANÁLISIS:	15/02/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	16/02/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-T2ISM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD







R. JESÚS Y CHASI - Mg. RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA

R-OC-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberta Cotto Sabraí - Teléfonos: 2502-262 / 2502-496, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: foq_osp@vce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 70

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50620
ORDEN DE TRABAJO No. 63178

SOLICITADO POR:		SIMBA CARLOS	
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		SANGOLQUI	
MUESTRA DE:		AGUA	
DESCRIPCIÓN:		AGUA POTABLE 1	
FECHA DE RECEPCIÓN:	13/02/2020	HORA DE RECEPCIÓN:	10:30
FECHA DE ANÁLISIS:		Del 12/02/2020 al 18/02/2020	
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:		18/02/2020	
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OGP		
	* La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	0.5	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	105	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



B. Y. ALDIA CEPA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

R. OC. 21.23

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral – Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3218740 – E-mail: fcp.insp@ucv.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 71

Resultados del análisis microbiológico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39400
 ORDEN DE TRABAJO No. 63178

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	BANGOLQUI
MUESTRA DE DESCRIPCIÓN:	AGUA
LOTE:	AGUA POTABLE 2
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/02/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10:30
FECHA DE ANÁLISIS:	15/02/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	18/02/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL CQP
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-125M 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD







DR. SANDY CHASI - MgC
 RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA

RQC 01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gaito Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-438, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs.cep@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 72

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50620
ORDEN DE TRABAJO No. 63178

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUÍ		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 2		
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/02/2020	HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 12/02/2020 al 18/02/2020		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	18/02/2020		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo		

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	0.7	MAM-43 / APHA 4500-NO ₃ B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	100	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



B.F. ALICIA CEPÁ
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

R-GC-61-35

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gutto Sabra - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 73

Resultados del análisis microbiológico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 3



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39400
ORDEN DE TRABAJO No. 63178

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI
MUESTRA DE DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 3
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/02/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	15/02/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	15/02/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	300ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MM-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

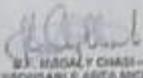
3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR



M. J. HIGAL Y CHIASI - Mg. RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA

R-OC-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-436, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs.osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 74

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de febrero. Punto Agua Potable 3



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50620
ORDEN DE TRABAJO No. 63178

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 3		
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/02/2020	HORA DE RECEPCIÓN:	10H30
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 12/02/2020 al 16/02/2020		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	16/02/2020		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃)	mg/L	0.6	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	88	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	3.00

RESULTADOS

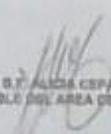
3 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS



B. J. ALICIA CEPA
 RESPONSABLE DEL AREA DE AMBIENTAL

R-OC-01-25

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-455, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcs_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 75

Resultados del análisis microbiológico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 35425
 ORDEN DE TRABAJO No. 63203

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	09/03/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10H00
FECHA DE ANÁLISIS:	12/03/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	18/03/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MNF-125M 8221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3) DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD







DR. ROSALY URRUTIA - MSP
 RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA

R-CC-01-25

Dirección: Francisco Vitorri s/n y Gilberto Gatto Sabido - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 13.18.21.31.33
 Teléfono: 3216760 - E-mail: foq.mic@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 76

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 35425
ORDEN DE TRABAJO No. 63203

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUÍ
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 1
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	09/03/2020
HORA DE RECEPCIÓN:	10H00
FECHA DE ANÁLISIS:	12/03/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	18/03/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

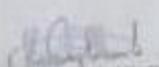
INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	MMI-125M 8221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3) DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD




RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA

R GC-01-25

Dirección: Francisco Vitorri s/n y Gilberto Gatto Sabido - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 18.18.21.31.33
 Teléfono: 3214740 - E-mail: facq.uce@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 77

Resultados del análisis microbiológico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 2


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39425
ORDEN DE TRABAJO No. 63203

SOLICITADO POR: SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: BANGILOQUI
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: AGUA POTABLE 2
LOTE: —
FECHA DE ELABORACIÓN: —
FECHA DE VENCIMIENTO: —
FECHA DE RECEPCIÓN: 09/03/2020
HORA DE RECEPCIÓN: 10:00
FECHA DE ANÁLISIS: 12/03/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 16/03/2020

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:
COLOR: CARACTERÍSTICO
OLOR: CARACTERÍSTICO
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 200ml

OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP

MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1.1	NMI-129M 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES
NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD


B.F. MACALY CHASI - Ing.
RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA
B-OC-01-25

Dirección: Francisca Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-436, ext. 15,16,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fca.asp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 78

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50645
 ORDEN DE TRABAJO No. 63383

SOLICITADO POR	SIBELA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE	SANGOLILI		
MUESTRA DE	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA POTABLE 2		
FECHA DE RECEPCIÓN	08/03/2020	HORA DE RECEPCIÓN	10:00
FECHA DE ANÁLISIS	Del 08/03/2020 al 10/03/2020		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	08/03/2020		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE	ESTADO	LÍQUIDO	CONTENIDO	1 GALÓN
----------------	--------------	--------	---------	-----------	---------

OBSERVACIONES

- * Los resultados que aparecen en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OGP
- ** La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite el orden de trabajo

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
POBAYOS (BPOM ¹)	mg/L	1.1	MAM-11 / APHA 9223-P C y B MODIFICADO	-
NITRATOS (NNO ²)	mg/L	0.8	MAM-43 / APHA 8000-B MODIFICADO	20.00
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	100	MAM-91 / APHA 2541 C MODIFICADO	3.00

RESULTADOS

3. DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



R. C. ALINA COPIA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

08/03/20

Dirección: Píscinas Viteri s/n y Villaverde Santa Inés - Teléfonos: 2332-262 / 2332-414, ext. 13, 18, 21, 31, 32
 Teléfono: 5218740 - E-mail: fca.sag@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 79

Resultados del análisis microbiológico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 3


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 39425
ORDEN DE TRABAJO No. 83203

SOLICITADO POR: SIMBA CARLOS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: BANGOLQUI
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: AGUA POTABLE 3
LOTE: ---
FECHA DE ELABORACIÓN: ---
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
FECHA DE RECEPCIÓN: 09/03/2020
HORA DE RECEPCIÓN: 19:00
FECHA DE ANÁLISIS: 12/03/2020
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 16/03/2020
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:
COLOR: CARACTERÍSTICO
OLOR: CARACTERÍSTICO
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 200ml
OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
ÍNDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	<math>< 1.1</math>	MM-12/EM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD


R.F. MADALY CHAZI - Mgr.
RESPONSABLE ÁREA MICROBIOLOGÍA R-OC 01-25

Dirección: Francisco Añacuñe y Gilberto Gallo Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,16,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fra.aspa@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Figura 80

Resultados del análisis fisicoquímico en el mes de marzo. Punto Agua Potable 3



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 50645
ORDEN DE TRABAJO No. 63203

SOLICITADO POR:	SIMBA CARLOS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SANGOLQUI		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA POTABLE 3		
FECHA DE RECEPCIÓN:	08/03/2020	HORA DE RECEPCIÓN:	10:00
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 08/03/2020 al 16/03/2020		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	16/03/2020		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALÓN
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	< 1.1	MAM-17 / APHA 4500-P C yla E MODIFICADO	-
NITRATOS (N-NO ₃)	mg/L	0.8	MAM-43 / APHA 4500-NO ₃ B MODIFICADO	22.30
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	95	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5.00

RESULTADOS

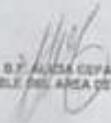
1. DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD



OSP



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA



D. J. ALBA CEPEDA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE AMBIENTAL

RQC 01-23

Dirección: Francisco Viquez / Jr y Gabriela Cueva Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15.18.21.31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: faq_osp@uce.edu.ec

Nota. Fuente: Laboratorio de Microbiología UCE (2020).

Anexo. 14 Análisis de Precios Unitarios

Tabla 71

Presupuesto para "Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Talleres participativos en temas de agroecología y ganadería sostenible	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 240,00
TRANSPORTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
			SUBTOTAL P		\$ 1,40
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 241,40
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0 \$ 0,0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 % \$ 59,15
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 300,55
				VALOR OFERTADO:	\$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 72

Presupuesto para "Señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura						
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón		1,00000	\$ 3,60	\$ 3,60000	1,00000	\$ 3,6
					SUBTOTAL N	\$ 3,6
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Señalización de servicios, turísticas y de concientización de no arrojar basura		u	1,00000	\$ 90,00000	\$ 90,0
						\$ 90,0
TRANSPORTE						
	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				A	B	C = A x B
	Transporte personal y materiales		u	1,00000	\$ 10,00000	\$ 10,0
					SUBTOTAL P	\$ 10,0
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 103,60
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0	\$ 0,0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 %	\$ 25,40
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:		\$ 129,00
				VALOR OFERTADO:		\$ 130,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 73

Presupuesto para "Control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Control y seguimiento de la expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca.	u	1,00000	\$ 299,30000	\$ 299,3
				SUBTOTAL O	\$ 299,3
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 299,3
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 %
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 372,6
				VALOR OFERTADO:	\$ 372,6

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 74

Presupuesto para "Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Terreno	u	1	170000,00	\$ 170.000,0
	Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable.	u	1,00000	\$ 45.000,00000	\$ 45.000,0
				SUBTOTAL O	\$ 215.000,0
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable.	u	1,00000	\$ 0,00000	\$ 0,0
				SUBTOTAL P	\$ 0,0
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 215.000,0
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 %
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 267.675,0
				VALOR OFERTADO:	\$ 267.675,0

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 75

Presupuesto para "Operación de la planta de tratamiento de agua potable"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Operación de la planta de tratamiento de agua potable.					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador	1,00000	\$ 4,04	\$ 4,04000	2400,0	\$ 9.696,0
Técnico	1,00000	\$ 4,06	\$ 4,06000	2400,0	\$ 9.744,0
Mantenimiento	1,00000	\$ 3,85	\$ 3,85000	2400,0	\$ 9.240,0
				SUBTOTAL N	\$ 28.680,0
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Operación de la planta de tratamiento de agua potable.	u	1,00000	\$ 25.000,00000	\$ 25.000,0	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 28.680,0
		INDIRECTOS Y UTILIDADES:			0
		OTROS INDIRECTOS:			0,00 %
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$ 28.680,0
		VALOR OFERTADO:			\$ 28.680,0

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 76*Presupuesto para "Estudios de vulnerabilidad poblacional"*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Estudios de vulnerabilidad poblacional					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Estudios de vulnerabilidad poblacional.	u	1,00000	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
				SUBTOTAL O	\$ 4.000,00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 4.000,00
				INDIRECTOS Y	
				UTILIDADES:	\$ 0,00
				OTROS INDIRECTOS:	\$ 0,25
				COSTO TOTAL DEL	\$ 4.980,00
				RUBRO:	
				VALOR OFERTADO:	\$ 4.980,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 77

Presupuesto para "Estudios de actividad sísmica y volcánica para la prevención de los deslizamientos de tierra y flujos piroclásticos hacia la parte de la quebrada y comunidades"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Estudios de actividad sísmica y volcánica para la prevención de los deslizamientos de tierra y flujos piroclásticos hacia la parte de la quebrada y comunidades.					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Estudios de actividad sísmica para la prevención de los deslizamientos de tierra hacia la parte de la quebrada y comunidades.	u	1,00000	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
	Toma de muestras	u	48,00000	\$ 100,00	\$ 4.800,00
				SUBTOTAL O	\$ 7.300,00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 7.300,00
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	\$ 0,00
				OTROS INDIRECTOS:	\$ 0,25
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 9.088,50
				VALOR OFERTADO:	\$ 9.088,50

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 78

Presupuesto para "Estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua para abastecimiento de la comunidad					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Estudios meteorológicos e hidrológicos para la verificación de la disponibilidad de agua.	u	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
	Toma de muestras	u	48	\$ 100,00	\$ 4.800,00
					\$ 7.300,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	Transporte personal y materiales	u	A 1,0	B	C = A x B \$ 0,00
				SUBTOTAL P	\$ 0,00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 7.300,00
			INDIRECTOS Y UTILIDADES:	\$ 0,00	\$ 0,00
			OTROS INDIRECTOS:	\$ 0,25	\$ 1.788,50
			COSTO TOTAL DEL RUBRO:		\$ 9.088,50
			VALOR		
			OFERTADO:		\$ 9.088,50

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 79

Presupuesto para "Sistema de alarmas para emergencias"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Sistema de sirenas de alarmas para emergencias y chats comunitarios.						
EQUIPOS						
	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta menor (5.00 % M.O.)					
					SUBTOTAL M	\$ 3,71
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	Peón	1,00000	\$ 3,60000	\$ 3,60000	8,00	\$ 28,80
	Electricista	1,00000	\$ 3,65000	\$ 3,65000	8,00	\$ 29,20
	Ingeniero eléctrico	1,00000	\$ 4,06000	\$ 4,06000	4,00	\$ 16,24
					SUBTOTAL N	\$ 74,24
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Sistema de alarma comunitaria		u	2	\$ 27,52	\$ 55,04
	Implementación y funcionamiento de un sistema de alarmas para emergencias.		u	1	\$ 100,0	\$ 100,00
					SUBTOTAL O	\$ 155,04
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 232,99
					INDIRECTOS Y UTILIDADES:	\$ 0,00
					OTROS INDIRECTOS:	\$ 57,08
					COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 290,08
					VALOR OFERTADO:	\$ 290,08

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 80

Presupuesto para "Limpieza de las zonas afectadas"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Limpieza de las zonas afectadas.						
EQUIPOS						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	Herramienta menor (5.00 % M.O.)					
					SUBTOTAL M	\$ 33,66
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	Peón	20,00	\$ 3,60	\$ 72,00	8,00	\$ 576,00
	Supervisor	3,00	\$ 4,05	\$ 12,15	8,00	\$ 97,20
					SUBTOTAL N	\$ 673,20
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Bolsas de Basura		u	10,00	\$ 1,00	\$ 10,00
	Guantes		u	20,00	\$ 5,00	\$ 100,00
					SUBTOTAL O	\$ 110,00
TRANSPORTE						
	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				A	B	C = A x B
	Transporte basura		u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Transporte personal		u	2,00	\$ 40,00	\$ 80,00
					SUBTOTAL P	\$ 80,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 896,86
INDIRECTOS Y UTILIDADES:	\$ 0,00	\$ 0,00
OTROS INDIRECTOS:	\$ 0,25	\$ 219,73
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		\$ 1.116,59
VALOR OFERTADO:		\$ 1.116,59

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 81

Presupuesto para "Tratamiento y/o eliminación de sustancias contaminantes"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Tratamiento de eliminación de sustancias contaminantes					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Kit de eliminación de sustancia contaminantes	u	1,00000	\$ 350,00	\$ 350,00
				SUBTOTAL O	\$ 350,00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 350,00
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	\$ 0,00 \$ 0,00
				OTROS INDIRECTOS:	\$ 0,25 \$ 85,75
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 435,75
				VALOR OFERTADO:	\$ 435,75

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 82

Presupuesto para “Informe sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Información sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar.					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Informe sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca, así como medidas y procedimientos a desarrollar.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 240,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
					SUBTOTAL P
					\$ 1,40
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					\$ 241,40
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0 \$ 0,0
					OTROS INDIRECTOS: 24,50 % \$ 59,15
					COSTO TOTAL DEL RUBRO: \$ 300,55
					VALOR OFERTADO: \$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 83

Presupuesto para “Incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos.					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Incentivar el fortalecimiento organizativo de las comunidades, mediante charlas y talleres participativos.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 240,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
					SUBTOTAL P
					\$ 1,40
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					\$ 241,40
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0 \$ 0,0
					OTROS INDIRECTOS: 24,50 % \$ 59,15
					COSTO TOTAL DEL RUBRO: \$ 300,55
					VALOR OFERTADO: \$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 84

Presupuesto para “Realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales.					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Realizar asambleas para capacitar a la población beneficiaria de la parroquia en materia de conservación y manejo de los recursos naturales.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
SUBTOTAL O					\$ 240,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
SUBTOTAL P					\$ 1,40
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 241,40
INDIRECTOS Y UTILIDADES:					0
OTROS INDIRECTOS:					24,50 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 300,55
VALOR OFERTADO:					\$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 85

Presupuesto para “Capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos.					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Capacitación a agricultores de la zona en producción de semillas, germinación de plantas, cría de animales menores y mantenimientos de cultivos.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 240,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
	SUBTOTAL P				\$ 1,40
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 241,40
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0 \$ 0,0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 % \$ 59,15
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 300,55
				VALOR OFERTADO:	\$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 86

Presupuesto para “Capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad.					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Capacitaciones sobre la Zonificación Ecológica Económica a la comunidad.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 240,00
TRANSPORTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
			SUBTOTAL P		\$ 1,40
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 241,40
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0 \$ 0,0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 % \$ 59,15
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 300,55
				VALOR OFERTADO:	\$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 87

Presupuesto para “Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Monitoreo periódico de la calidad de agua de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 200,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	Transporte personal	u	A 1,00	B \$ 10,00	C = A x B \$ 10,00
			SUBTOTAL P		\$ 10,00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 210,00
			INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0	\$ 0,0
			OTROS INDIRECTOS:	24,50 %	\$ 51,55
			COSTO TOTAL DEL RUBRO:		\$ 261,55
			VALOR OFERTADO:		\$ 261,55

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 88

Presupuesto para "Vigilancia de las actividades productivas y gestión de residuos sólidos"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Vigilancia de las actividades productivas y gestión de residuos sólidos					
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Vigilancia de las actividades productivas y gestión de residuos sólidos.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 200,00
TRANSPORTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte personal	u	1,00	\$ 10,00	\$ 10,00
			SUBTOTAL P		\$ 10,00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 210,00
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0 \$ 0,0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 % \$ 51,55
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 261,55
				VALOR OFERTADO:	\$ 261,55

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).

Tabla 89

Presupuesto para “Reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas.					
MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Arriendo instalaciones	u	1,00	\$ 40,00	\$ 40,00
	Reporte a la comunidad del estado de la quebrada Cumbiteo y en las captaciones de agua que se dirigen a la planta de tratamiento de agua potable mediante asambleas.	u	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUBTOTAL O	\$ 240,00
TRANSPORTE					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
	Transporte - Quito – Machachi	u	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
	Transporte -Machachi-Aloasí	u	1,00	\$ 0,30	\$ 0,30
	Transporte -Aloasí-Barrio Umbría	u	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
				SUBTOTAL P	\$ 1,40
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 241,40
				INDIRECTOS Y UTILIDADES:	0 \$ 0,0
				OTROS INDIRECTOS:	24,50 % \$ 59,15
				COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 300,55
				VALOR OFERTADO:	\$ 300,00

Nota. Elaborado por Cortés y Simba (2020).