



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

**ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL PARA LA
QUEBRADA YANAYACU CANTÓN ANTONIO ANTE
PROVINCIA DE IMBABURA**

Previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas

AUTOR: Ing. Fabricio Germán Amaya Venegas

DIRECTORA: Msc. Paola Alexandra Chávez Guerrero

IBARRA - ECUADOR

2024

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a mi madre Lola Venegas, por ser mi consejera y mi apoyo en el camino que he decidido aventurarme, gracias por nunca dejarme solo y levantarme cuando he caído, felicitarme cuando he triunfado y darme ánimos cuando ya no podía más, por creer en mí que lo lograría. Agradezco al cielo por permitirme poder ser tu hijo y regalarme una madre tan genial y única, todo esto es por ti. A mi padre que desde el cielo sé que me observa y está orgulloso de lo que he logrado, gracias por los gratos momentos que vivimos juntos.

A mis hermanos Andrés y Tatiana que siempre me apoyaron en cada decisión que he tomado y por cuidarme en las buenas y en las malas, gracias por demostrarme que con sacrificio y empeño se puede lograr todo. A mi abuelito Germán que es como un padre para mí, te lo dedico por ser un gran ejemplo en mi vida de perseverancia y de sabiduría, gracias por todas las enseñanzas y consejos que me ha dado y que los he aplicado en este camino que estoy culminando y que también los aplico en la vida.

A mi novia Karina que siempre estuvo en las buenas y en las malas, a pesar de todo me apoyaste y sé que siempre lo harás por toda la vida, a ti que me viste crecer como profesional y como persona, que me brindaste tu ayuda mucho más de la que una persona pudo haberla hecho por mí, cada objetivo que logre siempre será dedicado hacia ti porque tú me enseñaste que una persona cuando tiene a Dios de su lado y en su corazón todo puede lograrlo y es que por ti estoy donde estoy, te amo.

A mi familia por confiar en mí y apoyarme siempre, a mis amigos de aula Carlita, Cristian, Janina, Erick y Carlos fueron gratos los momentos que pasamos juntos y agradezco por todo su tiempo y en especial por su amistad y las enseñanzas que aprendí de todos ustedes, una amistad no es solamente la que está cerca, una verdadera amistad es la que perdura en el tiempo a pesar de la distancia, y si volvería a iniciar mi camino desearía encontrarme con ustedes nuevamente, gracias por enseñarme quien soy y hacerme ver mis raíces, esto es por ustedes mi queridos amigos.

De manera especial quiero dedicar este trabajo a la memoria de mi primo Germán, sé que en donde estas, te encuentras muy orgulloso de mí, no hay día que no te extrañe y no hay momento que no te piense, siempre me apoyaste en todo lo que hacía y ahora, lo que estoy logrando es por ti campeón, gracias por enseñarme que en los pequeños momentos encuentras la felicidad, siempre te voy a recordar y nunca te olvidare, gracias por todos los momentos que vivimos juntos y por todo lo que hacíamos. **OLVIDARTE NUNCA, RECORDARTE SIEMPRE.**

AGRADECIMIENTO

Para llegar a este punto en primer lugar agradezco a Dios, por haberme acompañado y guiado en este arduo camino hacia el conocimiento y hacia un logro más.

A mi tutora Magister Paola Chávez, por todo el tiempo y el conocimiento que me brindó para que este proyecto se lleve a cabo, por brindarme las enseñanzas como profesora, tutora y como amiga, de antemano muchas gracias por todo. A mi asesora la Magister Ima Sánchez por el esfuerzo y tiempo que invirtió para que este trabajo se pueda realizar.

A mis profesores por compartir conocimientos que adquirieron durante años de arduo esfuerzo, por enseñarme que los objetivos si se puede soñar, se puede cumplir.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
Cedula de Identidad	100348431-6
Apellidos y Nombres	Amaya Venegas Fabricio Germán
Dirección	Atuntaqui
Email	fgamayavenegas@hotmail.com
Teléfono Fijo	0997159142
DATOS DE LA OBRA	
Título	Estrategias de restauración ambiental para la quebrada Yanayacu cantón Antonio Ante provincia de Imbabura.
Autor	Fabricio Germán Amaya Venegas
Fecha	16/12/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
Programa	<input type="checkbox"/> Pregrado <input checked="" type="checkbox"/> Postgrado
Título por el que opta:	Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
Directora:	Msc. Paola Alexandra Chávez Guerrero
Asesora:	Msc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

2. CONSTANCIAS

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

En la ciudad de Ibarra, a 6 días del mes de marzo, 2024.

El Autor



Firmado electrónicamente por:

FABRICIO
GERMANAMAYA
VENEGAS

Fabricio Germán Amaya

VenegasC.C. 1003484316



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

Yo, Paola Alexandra Chávez Guerrero, en mi calidad de Directora de la tesis titulada: “ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL PARA LA QUEBRADA YANAYACU CANTÓN ANTONIO ANTE PROVINCIA DE IMBABURA” de autoría de Fabricio Germán Amaya Venegas, una vez revisada y hechas las correcciones solicitadas, certifico que está apta para su defensa y para que sea sometida a evaluación de tribunales.

Ibarra, a los seis días del mes de febrero del 2024.

Msc. Paola Chávez

TUTOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR	4
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	4
2. CONSTANCIAS.....	5
El Autor.....	5
ÍNDICE.....	7
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I	13
EL PROBLEMA	13
1.2 Objetivos de la investigación	15
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	15
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	15
1.3 Justificación de la investigación.....	15
CAPÍTULO II	18
MARCO REFERENCIAL	18
2.1. Restauración ambiental de las quebradas.....	18
2.2. Estrategias de restauración: funcionalidad y autoorganización sostenible.....	21
2.3. Morfología de las quebradas por su identidad.....	22
2.3.1. Por su tipología.....	22
2.3.2. Por su morfología	22
2.3.3. Por su forma	23
2.4. Importancia de las quebradas por sus beneficios	24
2.5. Fuentes de contaminación de actividades antrópicas	25
2.6. Estudios de restauración de quebradas a nivel nacional.....	26
2.7. Estudios de restauración de quebradas a nivel mundial	27
2.8. Deterioro del paisaje: impacto visual de las quebradas.....	29
2.9. Disminución de fauna y flora en la quebrada Yanayacu.....	30
2.11. Prácticas de conservación en la quebrada Yanayacu	30
2.12. Impacto a la salud en la quebrada Yanayacu	31

2.13. Herramientas de evaluación ecológica	32
2.14. Medición de caudal en la quebrada Yanayacu	33
2.15. Marco legal.....	33
CAPITULO III	36
MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1 Descripción del área de estudio.....	36
3.2 Características del medio físico del cantón Antonio Ante	38
3.2.1 Clima	38
3.2.2 Suelo.....	38
3.2.3 Geomorfología	38
3.2.4 Demografía de la quebrada Yanayacu.....	38
3.3 Diseño y tipo de investigación	39
3.4 Procedimiento de investigación	39
3.4.1. Fase 1 Análisis de los componentes del paisaje	39
3.4.2 Fase 2 Evaluación de los parámetros vegetación y caudal de la quebrada.....	39
3.4.3. Fase 3 Diseño de estrategias de restauración ambiental.....	44
3.5 Consideraciones bioéticas	45
CAPITULO IV	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1. Fase 1 Análisis de los componentes del paisaje	46
4.2. Fase 2 Evaluación de los parámetros vegetación y caudal de la quebrada.....	50
4.2.1. Protocolo de evaluación: Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)	54
4.2.2. Protocolo de evaluación: Índice del hábitat fluvial (IHF)	56
4.2.3. Determinación del caudal de la quebrada.....	58
4.3. Fase 3 Diseño de estrategias de restauración ambiental.....	61
4.3.1 Estrategias de restauración ambiental para la quebrada Yanayacu.	63
CAPÍTULO V	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1. Conclusiones	69
5.2. Recomendaciones.....	71
ANEXOS	72
BIBLIOGRAFÍA.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de la quebrada	37
Tabla 2. Rangos de calidad del índice QBR.....	40
Tabla 3. Rangos de la calidad de índice IHF.....	41
Tabla 4. Evaluación de la problemática en la cuenca alta de la quebrada Yanayacu.....	62
Tabla 5. Estrategia de restauración 1 – Proyecto de educación ambiental para las comunidades y barrios cercanos a la quebrada Yanayacu.....	644
Tabla 6. Estrategia de restauración 2 – Proyecto para fomentar la agricultura y ganadería sustentable.....	65
Tabla 7. Estrategia de restauración 3 – Fortalecimiento de actividades de reforestación y conservación de cobertura vegetal.....	66
Tabla 8. Estrategia de restauración 4 – Reducir las actividades antrópicas dentro de la franja de protección.....	67
Tabla 9. Estrategia de restauración 5 –Fortalecer la participación social para la protección de la quebrada Yanayacu en el cantón Antonio Ante.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ajustes de proceso de manejo.....	20
Figura 2. Morfología de las quebradas.....	53
Figura 3. Forma de las quebradas.....	24
Figura 4. Ubicación de la quebrada Yanayacu.....	37
Figura 5. Mapa de puntos de medición de caudal	42
Figura 6. Cálculo de caudal por secciones	43
Figura 7. Componentes paisajísticos de la cuenca alta	47
Figura 8. Componentes paisajísticos de la cuenca media	48
Figura 9. Componentes paisajísticos de la cuenca baja.....	50
Figura 10. Cobertura arbórea de la cuenca alta	52
Figura 11. Cobertura arbórea de la cuenca media	53
Figura 12. Cobertura arbórea de la cuenca baja	54
Figura 13. Resultados del protocolo QBR en la cuenca alta, media y baja.....	56
Figura 14. Resultados del protocolo IHF en la cuenca alta, media y baja.	58
Figura 15. Resultados de la medición de caudal de la cuenca alta.....	59
Figura 16. Resultados de la medición de caudal de la cuenca media.....	60
Figura 17. Meandro de la cuenca media, punto de medición de caudal.....	60
Figura 18. Resultados de la medición de caudal de la cuenca baja.	61
Figura 19. Medición de caudal en la cuenca alta - método área velocidad	91
Figura 20. Visita técnica con los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental de la PUCE-SI.	91
Figura 21. Vista aérea de una zona de la quebrada en la cuenca media.....	92
Figura 22. Aumento de caudal en temporada de lluvia en la cuenca media	92
Figura 23. Botadero de escombros en el inicio de la cuenca.....	92

RESUMEN

El incremento poblacional de las ciudades y las actividades antropogénicas cercanas a la quebrada Yanayacu, han ocasionado una alteración en la funcionalidad y pérdida del ecosistema convirtiéndola en un lugar contaminado, esto ha generado que la población tome una actitud de desinterés por temas de conservación y cuidado del ambiente debido a la falta de controles o seguimientos por parte de las autoridades. El objetivo de la investigación es proponer estrategias para la restauración ambiental de la quebrada Yanayacu en el cantón Antonio Ante provincia de Imbabura con el fin de mejorar la calidad socio – ambiental del área. La metodología se desarrolló en la cuenca alta, media y baja dividida en tres fases: 1) componentes del paisaje, se analizó mediante cartografía y fotografía aérea con datos obtenidos en campo, que permitió identificar zonas y lugar con mayor afectación visual, vertido de desechos sólidos y descargas de aguas servidas hacia el cauce de agua; 2) evaluación de los parámetros vegetación y caudal de la quebrada, se realizó un análisis de vegetación con el índice de la calidad de hábitat fluvial y el índice de calidad de la vegetación de ribera los cuales permitieron conocer el estado actual del ecosistema y el análisis del caudal se realizó con el método área – velocidad mediante el molinete en un lapso de tiempo de 4 meses, en donde se obtuvieron datos que permitieron conocer la cantidad de agua e identificar zonas de riesgo; 3) diseño de estrategias de restauración ambiental se realizaron conforme los problemas identificados y se plantearon proyectos factibles para la restauración de la quebrada. Los resultados del estudio permitieron identificar las zonas de mayor afectación por las actividades antrópicas que generan alto impacto visual y alteración del ecosistema por lo cual se realizaron estrategias de restauración ambiental para la quebrada.

PALABRAS CLAVE: Restauración, caudal, nano cuenca, índices de calidad.

ABSTRACT

The population increase in cities and anthropogenic activities near the Yanayacu stream have caused an alteration in the functionality and loss of the ecosystem making it a polluted place, this has caused the population to take an attitude of disinterest in conservation and care issues of the environment due to the lack of controls or monitoring by the authorities. The objective of the research is to propose strategies for the environmental restoration of the Yanayacu stream in the Antonio Ante canton, Imbabura province in order to improve the socio-environmental quality of the area. The methodology was developed in the upper, middle and lower basin divided into three phases: 1) landscape components, it was analyzed through cartography and aerial photography with data obtained in the field, which allowed identifying areas and places with the greatest visual impact, waste dumping solids and sewage discharges into the water course; 2) evaluation of the vegetation and flow parameters of the stream, a vegetation analysis was carried out with the river habitat quality index and the riverbank vegetation quality index, which allowed to know the current state of the ecosystem and the analysis of the flow rate was carried out with the area-velocity method using the windlass in a period of time of 4 months, in which data were obtained that allowed us to know the amount of water and identify risk areas; 3) design of environmental restoration strategies were carried out according to the problems identified and raised feasible projects for the restoration of the stream. The results of the study made it possible to identify the areas most affected by anthropic activities that generate high visual impact and alteration of the ecosystem, for which environmental restoration strategies were carried out for the stream.

KEY WORDS: Restoration, flow, nano basin, quality indices.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Actualmente, la situación ambiental de las quebradas a nivel regional se encuentra en condiciones de deterioro constante, debido a factores como el flujo espontáneo del agua, embaulamiento de tramos, aparición de vegetación invasiva, descarga de aguas residuales y el aumento de sedimentación ha ocasionado que el paisaje se afecte y en consecuencia se altere el ecosistema de la quebrada. Todos estos factores afectan a la salud pública, ya que el agua se usa incluso para producción agrícola. Por abarcar un recurso vital, las quebradas requieren de protección frente a las amenazas provocadas por los moradores de la zona.

La escasez y deterioro de los espacios públicos son el resultado del crecimiento desordenado de la población y una desorganización del ordenamiento territorial sobre el paisaje urbano y ecológico, estos espacios verdes requieren mejorar de forma más natural, como estrategia de integración social y equilibrio ecológico (Monserrat, 2017).

La quebrada Yanayacu cuenta con una serie de problemas como son: remoción de cobertura vegetal, contaminación por desechos y aguas residuales, además que el cantón Antonio Ante cuenta con normas ambientales que no son respetadas por los habitantes de la zona, esto ha ocasionado la construcción de viviendas y que desaparezcan las franjas de protección ambiental.

Por lo tanto, debido al aumento de las disposiciones inadecuadas de vertidos a los cauces de agua en las quebradas, se produce un deterioro de calidad del recurso hídrico. La mayoría de estas descargas no son previamente tratadas e incumplen con los límites máximos permisibles, incidiendo en el aumento de cargas de contaminantes (Barrantes, 2005).

Además, esta contaminación no solo perjudica a la calidad del agua, también amenaza la salud humana, involucra al sistema ecológico y frena el desarrollo socio-económico no solo de la zona sino, también del cantón (Kocasoy, Mutlu y Alagoz, 2008).

En el presente, el ambiente y el panorama de las quebradas han sido modificados, especialmente el caudal por problemas generados en la parte alta de la nano cuenca, que son ocasionados por varios factores como pueden ser: urbanizaciones, captaciones de agua para

riego, la vegetación se ha ido perdiendo por actividades agrícolas y ganaderas, los márgenes de la zona de estudio están contaminados por residuos, escombros de construcción, además se generan malos olores debido a las aguas residuales que desembocan a los caudales bajos o inexistentes lo que a su vez puede generar contaminación de los suelos, todos estos problemas son causados principalmente por la urbanización que se ha ido incrementando a lo largo de los años, sin ningún control ni respeto por las zonas de protección.

En la actualidad, una gran parte de los terrenos aledaños a la quebrada Yanayacu han sido utilizados para la agricultura y asentamientos humanos, lo que contribuye a serias alteraciones que han ido eliminando la cobertura vegetal provocando erosión y la incidencia a deslizamientos, estas prácticas sumadas a la fragilidad de los suelos y a la rigurosidad de los factores climáticos pueden llegar a degradar de forma permanente las condiciones naturales que permiten la regeneración de bienes y servicios ambientales de la quebrada.

El manejo orientado al uso sostenible de las micro cuencas hidrográficas, debe ser una prioridad para los municipios, puesto que representan ecosistemas, recursos esenciales y estrategias para su desarrollo.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer estrategias para la restauración ambiental de la quebrada Yanayacu en el cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura con el fin de mejorar la calidad socio-ambiental del área.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar los componentes paisajísticos que caracterizan la quebrada Yanayacu.
- Evaluar los parámetros vegetación y caudal de la quebrada Yanayacu
- Diseñar estrategias para la restauración de la quebrada, según su tipología y parámetros encontrados.

1.3 Justificación de la investigación

Dentro de los grandes desafíos ambientales que encara hoy en día los países, está controlar la inadecuada gestión de desechos líquidos que son considerados como las fuentes principales de contaminación en diversas cuencas hidrográficas que llegan a ser utilizadas como vertederos (Milovanovic, 2007).

El crecimiento acelerado del cantón por sus necesidades y el auge textilero, atrajo varias inquietudes como los datos reales de las necesidades de la población y del crecimiento, el único dato oficial pero no real era la ordenanza en el tema territorial del año 1979 sin embargo la realidad social y económica actual no se asemeja a la de ese entonces. En las anteriores administraciones este tema no era de mucho interés, pero ahora el cantón maneja el concepto democrático de participación ciudadana, en el cual temas de conservación, cuidado y manejo han sido términos que se han venido tratando en los últimos tiempos, la clasificación de los residuos, el sistema de alcantarillado. El crecimiento poblacional de ese entonces no se fijó en las franjas de protección de las quebradas en el cantón y como consecuencia se dio la invasión en estos lugares que en la actualidad se han convertido en temas focales de contaminación, a pesar de tener un sistema de clasificación y recolección de residuos, las personas botan desechos de toda índole en las laderas de las quebradas convirtiéndolas en puntos críticos de contaminación de igual manera las tuberías clandestinas de aguas residuales se pueden visualizar en todo el recorrido de la quebrada que cruza por la zona

urbana. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante [GADMAA], 2004).

La necesidad de realizar estrategias de gestión de quebradas como recursos verdes es de gran importancia para las ciudades, porque permite revertir los escasos espacios públicos, zonas naturales y ecológicas logrando una mejor sostenibilidad. Las redes hídricas ofrecen el reto no solo de integrar procesos físicos, químicos y biológicos para rehabilitar un ecosistema que presenta problemas, sino que se requiere de intervención en el aspecto estético y sobre todo las actitudes humanas frente al paisaje. (Loaiza, 2009)

Actualmente el cantón está en busca de recuperar las zonas de las quebradas, como espacios verdes que poseen un gran potencial como áreas públicas naturales, logrando así obtener mejores zonas verdes y la recuperación de las quebradas. Estas zonas son importantes componentes del ecosistema urbano y son el pulmón de las ciudades que sirven para el esparcimiento, práctica de actividades deportivas y para mejorar la calidad del ambiente.

La presente investigación está enmarcada con el Plan Nacional del Desarrollo 2017 – 2021 (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017), con el objetivo N°3 Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones:

3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

Además, la investigación responde a los objetivos de desarrollo sostenible – 2030 (Organización de la Naciones Unidas [ONU], 2015), con el objetivo N°15 Vida de Ecosistemas Terrestres con las siguientes metas:

15.1 Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales

15.2 Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial

El proyecto se encuentra enmarcado en la línea de investigación biotecnología, energía y recursos naturales renovables (Universidad Técnica del Norte [UTN], 2016).

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

2.1. Restauración ambiental de las quebradas

Los ecosistemas se regeneran por cuenta propia siempre y cuando no existan barreras ni factores que lo impidan, lo cual se denominaría restauración pasiva es decir que al eliminar todos los factores tensionantes que alteren su estado se recuperaran solos. Cuando los ecosistemas están muy degradados y no pueden reponerse solos, demanda mucho tiempo para estabilizarse y es necesarios implementar estrategias para lograr su recuperación lo cual se denomina restauración activa o asistida es decir que es necesario ayudar al ecosistema para garantizar que el proceso de desarrollo de recuperación en todas sus diferentes fases llegue a cumplirse e impedir que barreras o factores detengan este proceso (Vargas, 2012).

Los términos de restauración ecológica y mejora de las quebradas urbanas han sido considerablemente utilizados bajo diferentes conceptos teórico – prácticos. Por lo tanto, es importante expresar los términos de acuerdo a la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI) que indican que la restauración es una actividad que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema desde el punto de salud, procesos funcionales, integridad, composición de especies y estructura de la comunidad y sostenibilidad (Society for Ecological Restoracion International [SERI], 2004).

Los proyectos que están orientados a la restauración de quebradas necesitan diferentes enfoques, es decir acciones que a los humanos les permitan tener metas y objetivos ecológicos juntamente con el apoyo de los servicios de paisajes y que a su vez mantengan su funcionalidad sin que haya la intervención adicional, por lo tanto, se requiere la identificación de los contextos espaciales y temporales. La restauración exitosa requiere la evaluación de las causas de degradación, además que los cauces de agua proporcionan diferentes servicios ecosistémicos de gran relevancia para la sociedad ya que desempeñan una importante función en la estructura e integridad de los paisajes (Montserrat, 2017).

En la investigación sobre el diagnóstico de la microcuenca Río Yuqueza expresan que la participación de la sociedad con el recurso hídrico para mantener un equilibrio.

El diagnóstico de la microcuenca surge como una de las acciones para articular la participación de los usuarios de los recursos naturales, debido a su dependencia común un sistema hídrico compartido. Con la información generada, se pudieron identificar las actividades antropogénicas que en el área de estudio se desarrollan y la influencia de éstas sobre los recursos naturales. La conservación de suelo y agua es una necesidad que debe atenderse con el fin de que la comunidad pueda vivir en un ambiente sano y perdurable. (Martínez *et al*, 2013, p.1212)

Además, en otra investigación sobre el manejo de ecosistemas. Cotler (2004) expresa que:

Los ecosistemas naturales se basan en la interacción continua de sus elementos en el tiempo y espacio, por lo tanto, es imposible solucionar un problema ecosistémico manipulando sólo uno de sus elementos: el agua; por lo que resulta conveniente, en estos casos, utilizar el enfoque de cuenca hidrográfica para entender las interacciones entre los recursos naturales (clima-relieve-suelo-vegetación), así como la forma en que se organiza la población humana para apropiarse de ellos y su impacto en la cantidad, calidad y temporalidad del agua. (p.46)

Es por lo cual que haciendo una comparación entre los autores; Martínez *et al*. (2013) hace referencia que es una necesidad plantear alternativas de conservación del suelo y agua para que la comunidad tenga un ambiente sano, en cambio, Cotler (2004) hace referencia que es imposible solucionar un problema ambiental solo manipulando un elemento es por eso que resulta conveniente investigar interacciones entre los recursos naturales de la cuenca hidrográfica.

En el estudio realizado por Belmont y Metcalfe (2002) manifiestan que las cuencas son contaminadas por actividades agrícolas y urbanas incontrolables. Una de las consecuencias de esta contaminación es la severa degradación de la calidad del agua del Río Texcoco, la cual no puede ser utilizada para uso doméstico, industrial o de recreación. Este río no contiene vida acuática y es considerado muerto e inútil por los pobladores de la cuenca, con excepción de los campesinos de la parte baja que utilizan aguas negras de este río para regar los campos de cultivo. El objetivo de este estudio fue la identificación de los principales contaminantes del río Texcoco, porque es un factor muy importante en el desarrollo de un plan de manejo

para controlar la contaminación del río y mejorar la calidad del recurso para uso agrícola, urbano y de recreación. El manejo apropiado del río brindará a las comunidades de la cuenca beneficios económicos, ambientales y estéticos mejorando su calidad de vida.

El manejo adaptativo en una cuenca es un proceso continuo, y lo más importante es el monitoreo que se basa en los resultados de la habilidad de ajustar el proceso de manejo (Mercure, William, y Whillans, 2002). Las siguientes bases deben ser consideradas para un ajuste al manejo de la cuenca, como se observa en la figura 1:

- Estimar: Basado en la base de datos, espacial e histórica
- Diseñar: Metas específicas y claras, las acciones concretas y los resultados anticipados
- Implementar: Con la explicación que es un experimento y que tendría resultados que no son garantizados
- Monitorear: Usando los indicadores como determine el estudio
- Evaluar: Metas del diseño y los resultados anticipados
- Ajustar: Cambios del manejo

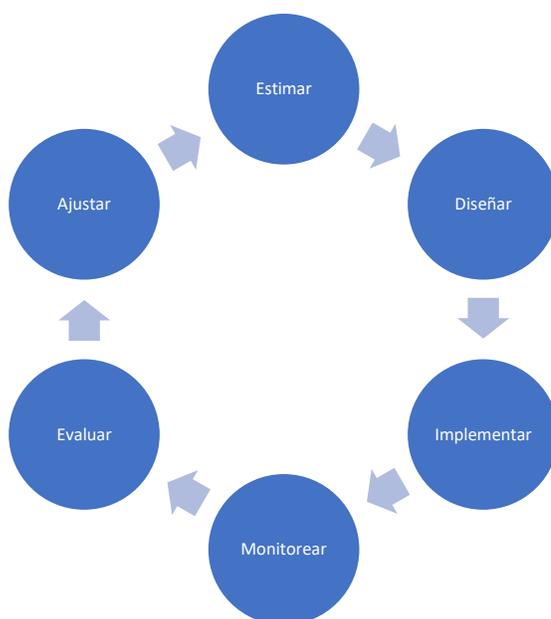


Figura 1. Ajustes de proceso de manejo.

Fuente. Mercure et al. (2002) – modificado por el autor

Los problemas más comunes en estos sistemas son:

- La destrucción física por el desarrollo humano
- La sedimentación causada por el uso de suelo en la microcuenca
- Los impactos de especies no nativas
- Los efectos de los cambios en las niveles de agua y suelo

2.2. Estrategias de restauración: funcionalidad y autoorganización sostenible

La restauración busca reestablecer no solamente la funcionalidad del ecosistema, también los componentes de estructura y complejidad, depender de un propósito intencional conjuntamente con la colaboración de las actividades humanas. La restauración no intenta únicamente imitar lo que era en un inicio, sino además, replicar la funcionalidad y la autoorganización sostenible, por lo cual un sistema restaurado es capaz de sostenerse así mismo, resistir invasiones por nuevas especies que no sean endémicas del lugar y puede llegar a ser tan productivo como el original juntamente con las interacciones bióticas (Vargas, 2012).

La planeación estratégica es un proceso mediante el cual una organización o cualquier colectivo humano expresa su visión a largo plazo, para alcanzar las estrategias mediante la participación activa de los actores y organizadores, para la obtención permanente de información sobre los factores claves, en la formulación de estrategias las opciones deberán convertirse en planes de acción concretos con definición responsable, por lo cual es importante proyectar el tiempo para cada uno de los objetivos y estrategias (Quintero, 2007).

Para diseñar estrategias de restauración y dada la variedad de disturbios y sitios en los que ocurren, es necesario desarrollar técnicas que abarquen parámetros físicos, químicos y biológicos, los cuales puedan ser utilizados ya sean independientes o en conjunto para alcanzar resultados deseados en diferentes condiciones iniciales (Cano y Zamudio, 2007).

Vargas (2012) en su estudio expresa que una estrategia no se trata de una receta para restaurar sino de una forma de pensar la complejidad y las diferencias de los sitios. Los pasos que se debe seguir no siempre tienen que ir en orden, sino que depende de la particularidad de los sitios a estudiar de las escalas, niveles y objetivos propuestos.

2.3. Morfología de las quebradas por su identidad

Las condiciones topográficas presentan características que le dan una marcada identidad a las quebradas, pero la realidad de estas es muy diferente incluso perjudicial ya que con el tiempo han sido rellenadas, usadas como botaderos, desagües de aguas servidas, se ha construido infraestructura muy cerca, de manera muy riesgosa e informal dentro de la franja de protección, esto afecta a las áreas ecológicas y la biodiversidad que se presenta según su morfología o tipología (Celi, 2016).

A continuación, se presenta las características a ser tomadas en cuenta:

2.3.1. Por su tipología

Celi (2016), indica que por su tipología las quebradas se pueden clasificar en:

- **A). Aislado por infraestructura.** – Esta tipología se encuentra rodeada de infraestructura vial en forma de anillo, cuya función es brindar una barrera para proteger la zona natural de la quebrada
- **B). Entorno Urbano.** – Se caracteriza por tener la quebrada rodeada de conjuntos residenciales.
- **C). Quebrada canalizada.** – La principal característica de esta tipología es el estado que la quebrada fue canalizada es un entorno urbano.
- **D). Entorno industrial/residencia agrícola.** – Esta quebrada brinda un límite que separa los dos usos de suelos en una misma zona.
- **E). Presencia de infraestructura vial.** – A diferencia de la tipología A, esta no está rodeada de infraestructura vial, sino que la cruza, por ejemplo, puentes.
- **F). Entorno natural.** – Esta tipología está lejos del cerco urbano, las franjas de protección son respetadas y conserva su biodiversidad.
- **G). Entorno rural.** – Se encuentra un entorno rural con zonas agrícolas y muy poco entorno urbano construido.

2.3.2. Por su morfología

Una de las herramientas importantes en el análisis hídrico es conocer la morfología de las cuencas, ya que va a permitir establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una zona de estudio, también como análisis espacial para el manejo y

planeación de recursos naturales y gestión de riesgos naturales, su clasificación se observa en la figura 2:

- **Lineal:** Son aquellos cauces que presentan tramos o secciones con pocas irregularidades es decir en línea recta.
- **Sinuoso:** Son los que presentan una sinuosidad poco pronunciada en los cuales el volumen de agua por precipitaciones no representa un riesgo de inundación en zonas de las orillas.
- **Muy sinuosa:** Son los que presentan meandros muy pronunciados con una forma de onda irregular, con una gran anchura en la cual el índice de inundación en estas zonas de muy alto riesgo para las zonas de las orillas.

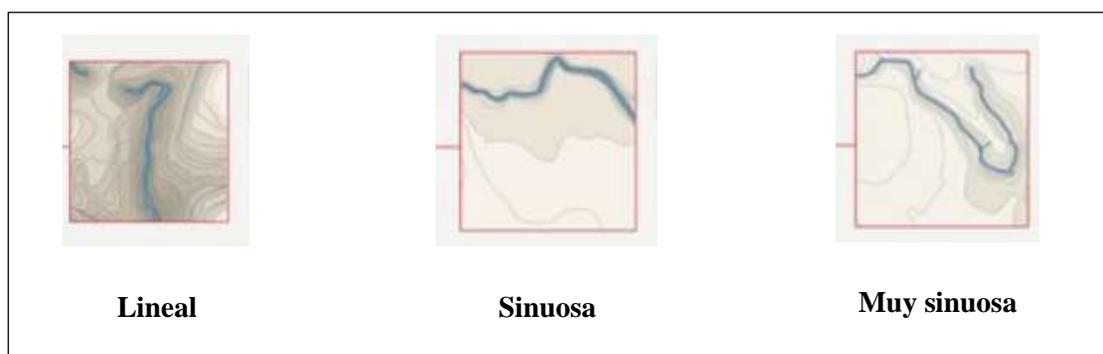


Figura 2. Morfología de las quebradas

Fuente: Celi (2016) – modificado por el Autor

2.3.3. Por su forma

Según la forma y topografía las cuencas constituyen un complejo de factores que pueden actuar en forma sucesiva sobre el escurrimiento, a continuación, se indican el diseño de la red de drenaje, los datos que se generan permitan usarlos para establecer índices más complejos a los efectos de relacionar la forma de la cuenca con figuras geométricas. (Worschitz, s/f), en la figura 3 se observan los tipos de forma de las quebradas:

- **Aterrazada:** Son aquellas que presentan plataformas que son utilizadas para la agricultura o para asentamientos humanos.
- **Forma de U:** Presentan diferentes porcentajes de pendiente generalmente se ubican en la cuenca alta.

- **Forma de V:** Son aquellas que las pendientes son pronunciadas generalmente se encuentran en la cuenca baja en la cual no existe una zona de amortiguamiento de la escorrentía superficial y el índice de erosión es alto,
- **Forma de G:** Son aquellas que presentan diferente altura de sus laderas, las mismas que pueden ser propensas a deslaves.
- **Canalizada:** Aquellas son fueron intervenidas con infraestructura para canalizar un cause y realizar una construcción encima de esta, esta modificación se la realiza en ciertas cuencas en la cual su abertura no es muy grande.

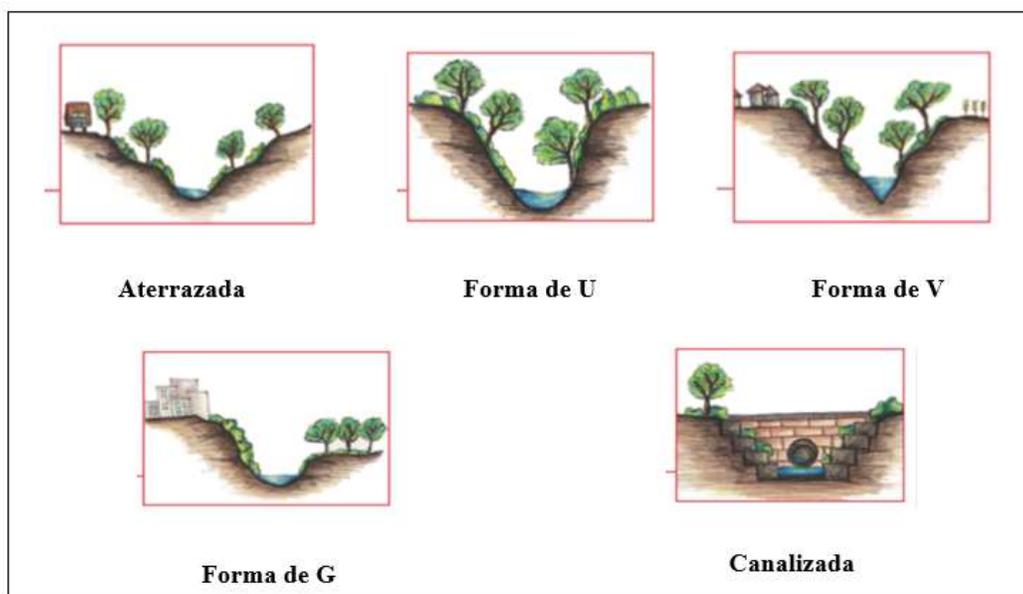


Figura 3. Forma de las quebradas
Fuente: Celi (2016) – modificado por el Autor

2.4. Importancia de las quebradas por sus beneficios

Las quebradas ofrecen a la sociedad varios servicios ambientales y ecosistémicos, aunque no sean calificados como tales, disminuyen el riesgo de deslizamiento o venidas de lodos o agua en tiempos de crecidas, brinda una opción de recreación y esparcimiento juntamente con la conservación de aspectos culturales y ambientales. Son parte importante de los sistemas hídricos y ecológicos asociados a las cuencas hidrográficas, el papel funcional de las quebradas está asociada al riesgo principalmente de la regulación de energía de los flujos de agua ya sean temporales o permanentes.

Las quebradas albergan los últimos vestigios de bosques andinos, secos entre otros ecosistemas dentro del área urbana y por su importancia ambiental, social y paisajística están dentro del sistema distrital de áreas protegidas y corredores ecológicos como en el caso del Distrito Metropolitano de Quito en un área denominada áreas de intervención especial y recuperación (AIER) (Secretaría de Ambiente Quito, 2015).

Además, Barrera (2009) señala de igual manera que las quebradas son consideradas como reserva forestal protectora debido a su gran importancia ambiental para los sectores aledaños, pero se han visto afectadas por las diferentes actividades antrópicas que van degradando el ecosistema, entre las principales son las descargas de aguas crías y vertido de desechos sólidos.

2.5. Fuentes de contaminación de actividades antrópicas

La contaminación se da principalmente donde las personas habitan en un rango menor a los 20 metros de distancia de las quebradas, y debido a la falta de canalización y alcantarillados se ven obligados a expulsar las aguas residuales que provienen del uso doméstico, agrícola, entre otros, lo cual afecta al suelo y lo degrada con el tiempo, provocando la pérdida parcial o total de la productividad del mismo lo que genera un cambio negativo de las propiedades de la quebrada (Loaiza, 2009).

Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de diferentes fuentes puntuales y no puntuales, estas afectan y alteran todas las características naturales de los recursos hídricos, de manera ocasional de origen natural, pero en su mayor caso los impactos son ocasionados por actividades antropogénicas (Henry y Heinke, 1999). Las cuales se puede clasificar en los siguientes grupos según la fuente de contaminación:

- **Fuentes naturales:** se originan por arrastres de materia orgánica, los escurrimientos de aguas pluviales, productos inorgánicos producidos por la erosión del suelo y sustancias minerales.
- **Fuentes agrícolas:** por residuos animales y por el uso de plaguicidas y fertilizantes. Estos son llevados a los ríos o cuerpos de agua principalmente por la escorrentía superficial ocurrida desde las explotaciones agrícolas o agropecuarias.

- **Fuentes urbanas:** debido al incremento de la población en áreas urbanas, se ha dado un aumento en la producción de aguas residuales, que en su mayoría son descargadas en los cauces de los ríos
- **Fuentes industriales:** las aguas residuales provenientes de industrias incluyen los residuos sanitarios de empleados, así como los residuos derivados de manufactura, y de procesos.

2.6. Estudios de restauración de quebradas a nivel nacional

Quito, ciudad andina topográficamente accidentada, tiene un Programa de Saneamiento Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito, a través de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), que entre sus programas se encuentra el “Estudio para protección de cauces de quebradas y ríos en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)”. Las quebradas que atravesaban el centro histórico fueron embauladas para dar paso al crecimiento de barrios, teniendo a la quebrada como efluente de aguas grises y lluvia, las 33 quebradas, que atraviesan Quito, han sido entubadas y/o rellenadas, evidenciándose además que las construcciones se encuentran en las franjas de protección de las mismas, lo que provoca problemas de saneamiento ambiental, por ello la urgencia de realizar estudios geológicos y geotécnicos para evitar deslizamientos así como proliferación de viviendas, además de la necesidad de construir colectores marginales (Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento [EPMAPS], 2011).

En la ciudad de Cuenca, el departamento de Gestión Ambiental de la Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA EP), realizó un estudio para la evaluación del nivel de salud/degradación de 108 quebradas con un total de 298 tramos, mediante la aplicación del “Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas”, considerado un protocolo que combina factores químicos, físicos y biológicos, lo que permite tener una primera aproximación a la condición en la que se encuentra. Primero se comenzó con la identificación de la quebrada, en este apartado se incluye una clasificación de quebrada, conocer el área de la cuenca de drenaje, la pendiente de la quebrada, los caudales, fuerza o poder de la quebrada, ancho activo del canal, uso del suelo y cobertura vegetal y la geología. Luego se determinaron los factores a evaluarse, que son: la condición de canal, la alteración hidrológica, la zona riparia, estabilidad de márgenes y bancos, la apariencia del agua,

enriquecimiento por nutrientes, estanques, hábitat de insectos/invertebrados, cobertura aérea del bosque, presencia de estiércol y macroinvertebrados observados. Además de la información adicional, se analizó la estructura existente y las descargas que se realizan hacia la quebrada; por último, identificar los sistemas de coordenadas de los tramos (Empresa de Telecomunicaciones Agua Potable y Alcantarillado [ETAPA], 2009).

En Azogues el crecimiento poblacional de las ciudades genera irrupciones en las quebradas, afectando su funcionalidad, convirtiéndolas en lugares contaminados y de depósito de desechos, con pocos referentes de evaluación que permitan una intervención apropiada. Para la metodología se propuso estudiar 19 quebradas embauladas y abiertas del área urbana, sus componentes naturales y artificiales se establecieron mediante el estudio de mapas y fotos satelitales. El componente ecológico se evaluó con los índices IHF (Evaluación de la calidad de hábitat fluvial), QBR-And (Índice de la calidad de vegetación de ribera Andina) y ABI (Índice Biótico Andino). Se revisó la normativa local respecto al manejo de quebradas. Posteriormente se analizó el componente visual mediante la observación de fotografías vivenciales y panorámicas. En base a los parámetros encontrados, se establecieron las estrategias de recuperación (Montserrat, 2017).

2.7. Estudios de restauración de quebradas a nivel mundial

Otro concepto que se maneja es el Modelo de Evolución de Canal (CEM), que se enfoca en las perturbaciones dadas en cuencas urbanas que pretende a través de la observación determinar su geomorfología, de tal forma que se pueda predecir etapas futuras, y así lograr restauraciones de cuencas más eficientes, sin embargo la perturbación dada por la urbanización es tan fuerte que situaciones locales o regionales son irrelevantes frente a los cambios que enfrentan, por lo tanto, tener una visión estructurada de las causas de la degradación de un arroyo, permite seleccionar objetivos realizables y establecer técnicas que enfrenten estas causas, entonces el éxito podría medirse en qué grado se ha recuperado de acuerdo a las condiciones regionales, y si la forma y función del canal puede subsistir sin intervención humana adicional, así se puede decir que no importa la forma del canal, ya que este por sí solo, no puede establecer la salud completa de la cuenca (Booth y Fischenich, 2015).

En un estudio realizado en Bogotá en la quebrada San Bruno en la cual existe un cause pequeño de procedencia natural el mismo que se encuentra contaminado por las aguas servidas y residuos sólidos generando malos olores y como consecuencia se producen enfermedades en la piel y el sistema respiratorio de los habitantes del sector. El estado actual de la quebrada se encuentra en recuperación y mantenimiento del recurso hídrico para una mejor calidad de vida de los habitantes, es por esto que es necesaria la recuperación ambiental de la quebrada conjuntamente con la participación de la comunidad y los sectores políticos para brindar un mejor servicio y mejorar las condiciones ambientales para sociedad (Torres, 2010).

También se expresa que los ríos son los encargados de proporcionar servicios ecosistémicos de importancia para la sociedad con una función e integridad en los paisajes, este enfoque es importante para la restauración y la gestión de los sistemas acuáticos urbanos degradados. En el sur de China se desarrolló este tipo de enfoque en dos ríos utilizando un transecto fluvial el cual consiste incorporar la perspectiva del paisaje fluvial con la ayuda de datos de teledetección. El uso de métricas de paisaje como porcentajes de vegetación urbana y nativa, la densidad de parches y la diversidad se pueden utilizar para mostrar las variaciones que se han realizado en la estructura de los ríos, siendo indicadores espaciales para identificar a los conductores socioeconómicos, por lo tanto, esta metodología puede ser efectiva para la evaluación de los esfuerzos de restauración y gestión de los ríos (Zhou, Ren, Peng y Liang, 2014).

Por lo tanto, todos los proyectos de restauración necesitan tener enfoques sostenibles, es decir, aquellas acciones y metodologías que permitan tener metas humanas – ecológicas, con el apoyo de los servicios de paisaje logren mantener su funcionalidad sin ninguna intervención adicional, para lo cual es necesario la identificación de los contextos espaciales y temporales. Cualquier mejora no garantiza la mejora biológica, pero describe alguno de los componentes necesarios. Para una restauración exitosa se requiere de la evaluación de las causas de degradación (Hughes *et. al.*, 2014).

Por otra parte, las técnicas de restauración están probándose, se consideran incompletas y se necesitan monitorear a largo plazo. Este contexto se reduda en la protección de hábitats naturales, debido a que es más fácil y menos costoso que emprender proyectos de restauración. Cuyo contexto sin duda cambia cuando se trata de entornos urbanos, ya que los procesos sedimentarios e hidrológicos se ven severamente alterados. Las áreas de agricultura por lo general tienen problemas de calidad del agua, el riego está canalizado y no cuenta con una adecuada vegetación ribereña. Por lo tanto, los procesos de restauración se ven limitados al análisis de casos (Roni *et. al.*, 2002).

En caso de Costa Rica, los ríos urbanos a nivel nacional se encuentran expuestos a varios factores que afectan sus condiciones naturales las principales son la generación de residuos sólidos, las aguas residuales y la falta de gobernanza de las organizaciones locales, ante esta situación el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), lidera la estrategia ríos limpios el cual consta de 5 ejes como son el fortalecimiento de los mecanismos de gobernanza, mejoramiento de la calidad del recurso hídrico, gestión de residuos sólidos, recuperación de los ecosistemas ribereños, implementación de una estrategia de comunicación. Con esta metodología facilitará la implementación de experiencias con el fin de replicar en otras microcuencas urbanas (Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE], 2020).

2.8. Deterioro del paisaje: impacto visual de las quebradas

La contaminación de las quebradas y el impacto visual está relacionada con los cambios que sufren las posibles vistas del paisaje, lo cual genera efectos en las personas, este deterioro es causado por las tuberías que llevan aguas residuales hacia el cauce lo que ocasiona malos olores juntamente con el vertido de desechos sólidos, pérdida de cobertura vegetal nativa, cambio de color y turbidez del agua (Saltos, 2016).

También se lo relaciona con el deterioro ambiental ya que implica pérdidas con factores fundamentales que conforman el hábitat del ser humano, esto incluye disminución de la calidad del agua, suelo, aire y biodiversidad y las principales causas son las actividades humanas y las consecuencias es la degradación de suelos agrícolas, desequilibrios ecológicos y degradación del paisaje, todo esto es un problema muy complejo que puede alcanzar niveles globales y amenazar a la vida en el planeta muy lentamente (Castro, 2017).

La noción del paisaje es una construcción cultural, material y representacional, para la existencia del paisaje no es solo la naturaleza como contexto, sino un punto de vista, un espectador y una connotación. Esta representación inscribe un relato que da sentido, que observa, que intuye y experimenta lo esencial de nuestras observaciones físicas y conceptuales frente a la noción del lugar como notación. De esta manera se puede llegar a un tipo de paisaje que no solo se contempla, sino que se piensa (Pedraza y Yáñez, 2008).

2.9. Disminución de fauna y flora en la quebrada Yanayacu

Las especies invasivas son peligrosas para los hábitats naturales y la diversidad biológica, sus impactos negativos en la seguridad alimentaria, vegetal, animal, salud humana y en el desarrollo económico puede ser amplia y sustancial (Aleksandrov *et. al.*, 2010).

Además, estas especies modifican el uso de la tierra, los patrones de perturbación natural (incendios, brotes de insectos y enfermedades) y los procesos de los ecosistemas como el ciclo de nutrientes. También amenazan a exacerbar la pobreza y el desarrollo sostenible a través de su impacto en la agricultura, silvicultura, pesca, salud humana y la diversidad biológica, que es una subsistencia para las personas en países en desarrollo (Bale *et. al.*, 1986).

Investigaciones realizadas por BMB-NEMO (2006), indican que las especies invasoras son las responsables de la pérdida de la diversidad biológica mundial causando enormes daños a valiosos ecosistemas de los cuales dependemos (Baltic Marine Biologists database on Non-indigenous Estuarine and Marine Organisms, 2006).

Salto (2016), en su estudio expresa que las plantas y animales que rodean las quebradas de Tumbibiche y Yanayacu, obtienen todo el aire y nutrientes de estos cuerpos de agua que se encuentran claramente contaminados afectando de manera directa a las especies de fauna y flora que se encuentran en la zona de estudio.

2.11. Prácticas de conservación en la quebrada Yanayacu

Para reducir el problema de la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica, se debe aumentar la estabilidad de la estructura del suelo para crear agentes resistentes, para facilitar la infiltración y la retención de agua, por tal motivo será necesario mejorar tanto el estado físico-

químico del suelo como su estabilidad, logrando no solo disminuir daños de la erosión, sino brindar seguridad a las diferentes zonas (Sarmiento, 1998).

Las prácticas que se deben realizar son las siguientes:

- Conservar la cubierta vegetal
- Aplicación de fertilizantes químicos al suelo
- Uso de materia orgánica o abono orgánico
- Laboreo del suelo

La vegetación permanente, las praderas, los bosques, quebradas juegan un papel fundamental en la modificación y mejora de la estructura del suelo por la influencia que produce su sistema de raíces.

2.12. Impacto a la salud en la quebrada Yanayacu

Las aguas residuales son la principal fuente de microorganismos patógenos que se transmiten a través del ambiente y que llegan a la población por la contaminación del agua usada en tareas domésticas y diversos usos recreativos. El tratamiento actualmente aplicado a las aguas residuales procesadas por métodos biológicos y físico-químicos ha reducido significativamente la incidencia de enfermedades entre la población, especialmente las de etiología bacteriana, sin embargo, los protozoos y los virus son más resistentes que las bacterias a muchos de estos tratamientos (Bofill, Casares, Gimenez, y Maluquer, 2005).

Los residuos sólidos presentes en las quebradas representan un problema continuo de contaminación ambiental; debido a un manejo inadecuado. Estos causan problemas para la salud pública y constituyen focos infecciosos para la proliferación de vectores y enfermedades. Estos problemas se los puede identificar en todo el ciclo de vida de cada producto, desde su origen hasta su disposición final. El crecimiento de la población y su consumo implica la generación de residuos y por tanto impactos de contaminación ambiental que requieren de una gestión integral para proteger la salud de la población y precautelar los servicios ambientales que brindan los recursos naturales. (Larrea, 2018)

2.13. Herramientas de evaluación ecológica

Los beneficios del uso de herramientas integradoras de medición a nivel ecosistémico como una medida de la integridad ecológica de los ríos y quebradas han sido respaldados en diversos programas de monitoreo a nivel global, en este sentido el monitoreo, evaluación o medición es fundamental en la capacidad natural que tienen las comunidades biológicas de responder a los efectos de impactos humanos ya sean eventuales o permanentes. Sin embargo, para conseguir un diagnóstico real del estado de conservación de un cuerpo de agua determinado es imprescindible entender al río como un hábitat en constante interacción con los componentes de la cuenca hidrográfica (Hampet, Sotomayor, & Mosquera, 2014).

Las herramientas de evaluación son las siguientes:

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Este protocolo califica valores diferentes, componentes y atributos del sistema como: el grado de cubierta vegetal de las riberas; la estructura vertical de la vegetación; la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal y el grado de naturalidad del canal fluvial. El índice QBR es una medida de las riberas y su estado potencial, de modo que el nivel de calidad es máximo solo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debidas a la actividad humana. Este índice presenta dos modelos de análisis para ríos permanentes y semipermanentes, existe otro modelo que es para ríos efímeros, se usara los modelos en función del tipo de río donde se evalúe el índice (Munné, Solá, Rieradevall, & Prat, 1998).

El índice IHF es un protocolo que consta de siete bloques en los que se valora de manera independiente la presencia de distintos componentes en el cauce fluvial, entre estos aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente. Este índice analiza aspectos como: frecuencia de rápidos, la diferencia de regímenes de velocidad y profundidad, grado de inclusión y sedimentación, diversidad de sustratos (Pardo I. , y otros, 2002).

2.14. Medición de caudal en la quebrada Yanayacu

El caudal de un cuerpo de agua es el volumen de agua que pasa por una sección determinada en un periodo dado los cuales pueden ser estimados generando primera una relación caudal y altura para un punto a lo largo del curso de agua usando un molinete en una serie de condiciones de caudal bajo, medio o alto y cada vez que se necesite medir el caudal se necesita hacer una medición de la profundidad del flujo (Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007).

La medición del caudal por el método área-velocidad es la profundidad del río en la sección transversal se mide en verticales con una barra o sonda. Al mismo tiempo que se mide la profundidad, se hacen mediciones de la velocidad con el molinete en uno o más puntos de la vertical. La medición del ancho, de la profundidad y de la velocidad permiten calcular el caudal correspondiente a cada segmento de la sección transversal. La suma de los caudales de estos segmentos representa el caudal total (Organización Internacional de Normalización (ISO), 1979).

2.15. Marco legal

La Constitución de la República del Ecuador en el Capítulo 2- Sección segunda Art. 14, dice: “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.” Además, se señala en el 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.” Se habla entonces de sostenibilidad y buen vivir, así como el derecho a la restauración de la naturaleza) (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Por otro lado, la Ley de Aguas aprobada en el pleno de la Asamblea Nacional del Ecuador, contempla lo siguiente: Capítulo 1.- Art. 1.- “Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de competencia exclusiva del Estado central”. Siendo las quebradas parte de los recursos hídricos, como indica la misma la ley en relación a su

delimitación en él, son patrimonio natural del Estado (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

En el capítulo II, Sección Primera, - apartado “Las riberas y las zonas de protección hidráulica de ríos, quebradas, esteros y otros cuerpos de agua, continuos o discontinuos, perennes o intermitentes”. “. Además, hace relación a la calidad del agua que debe mantenerse con caudal ecológico, para que sea medio ambientalmente sano como indica la Sección Tercera, Artículo 17. “Caudal Ecológico. - El caudal ecológico en toda cuenca, sub cuenca y microcuenca hidrográfica es intangible y mantenerlo en la cantidad y calidad requerida que permita el desenvolvimiento natural de la biodiversidad acuática y los ecosistemas aledaños, es responsabilidad de la Autoridad Única del Agua, instituciones y de todas las personas, sean usuarios o no usuarios del agua (Ley de Recursos Hídricos , 2014).

En el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), se consideran bienes de uso público, según contempla el artículo 417, los literales d) “Las quebradas con sus taludes y franjas de protección; los esteros y los ríos con sus lechos y sus zonas de remanso y protección, siempre que no sean de propiedad privada, de conformidad con la ley y las ordenanzas”. e) Las superficies obtenidas por rellenos de quebradas con sus taludes; otro artículo a ser tomado en cuenta para entender, la dinámica de las urbanizaciones es el 424, sobre el fraccionamiento, que indica que las áreas establecidas para espacio público en la aprobación de urbanizaciones no podrán ser quebradas o sus bordes de protección. Así también en el artículo 433, se señala que los gobiernos autónomos serán los encargados en delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de lechos de ríos o quebradas. Sobre los usos que se pueden dar a los bordes de quebradas o ríos, se contempla en el artículo 432, que se pueden realizar obras en las áreas de protección de ríos y quebradas siempre y cuando haya un informe favorable de la autoridad ambiental (COOTAD , 2012).

En el libro VI, anexo 6 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULAS), apartado 4.2.8 “Se prohíbe la disposición o abandono de desechos sólidos, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, patios, predios, viviendas, en vías o áreas públicas y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Además, se prohíbe lo siguiente: a) El abandono, disposición o vertido de cualquier material residual en la vía

pública, solares sin edificar, orillas de los ríos, quebradas, parques, aceras, parterres, exceptuándose aquellos casos, en que exista la debida autorización de la entidad de aseo.”

Otra consideración en relación a este texto hace referencia a la sección 4.12.4 “Todo sitio para la disposición sanitaria de desechos sólidos provenientes del servicio de recolección de desechos sólidos deberá cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos para rellenos sanitarios mecanizados: d) Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc., que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno.” (TULAS, 2003).

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 espacios naturales degradados, además la recuperación de recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico (Codigo Organico del Ambiente (COA), 2017).

ORDENANZA MUNICIPAL DEL GAD DE ANTONIO ANTE DE LAS MÁRGENES DE PROTECCIÓN DE RÍOS, QUEBRADAS.

Art. 14.- La definición de las márgenes de protección a los ríos y quebradas se realizará de acuerdo a un estudio de cada cuenca hidrográfica.

Franja de Protección Ambiental. - Establézcase como franja de protección ambiental al retiro que va en función del cálculo de la diferencia de nivel existente entre la línea máxima de creciente y la altura del terreno en pendiente; dicho retiro será considerado de acuerdo al ancho del sistema hídrico de la siguiente norma técnica:

1. Para cuerpos hídricos de 0,1 a 5 metros, la franja de protección ambiental será de 10 metros a cada lado.
2. Para cuerpos hídricos de 5,1 metros a 10 metros, la franja de protección será de 20 metros a cada lado.
3. Para cuerpos hídricos de 10,1 metros o más, la franja de protección será de 30 metros a cada lado.

Están expresamente reservadas para uso exclusivo de proyectos de reforestación, ecológicos, turísticos y/o científicos que garanticen la conservación de su entorno en forma natural y no afecten las áreas de protección, el caudal hídrico, márgenes de los ríos, riveras y sus playas.

Las márgenes de protección de los ríos y quebradas son medidas desde los bordes superiores (GAD Antonio Ante, 2016).

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

Antonio Ante es uno de los 6 cantones que integran la provincia de Imbabura, ubicado en el centro de la misma, la quebrada Yanayacu es una de las 3 quebradas de mayor extensión del cantón, nace en las faldas del cerro Imbabura y cruza parte de poblados como Pucará, barrio La Esperanza, Santa Bertha, Perugal, Otorongo hasta llegar a las riberas del río Ambi. La quebrada Yanayacu tiene una extensión de 5.63Km (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante , 2014).

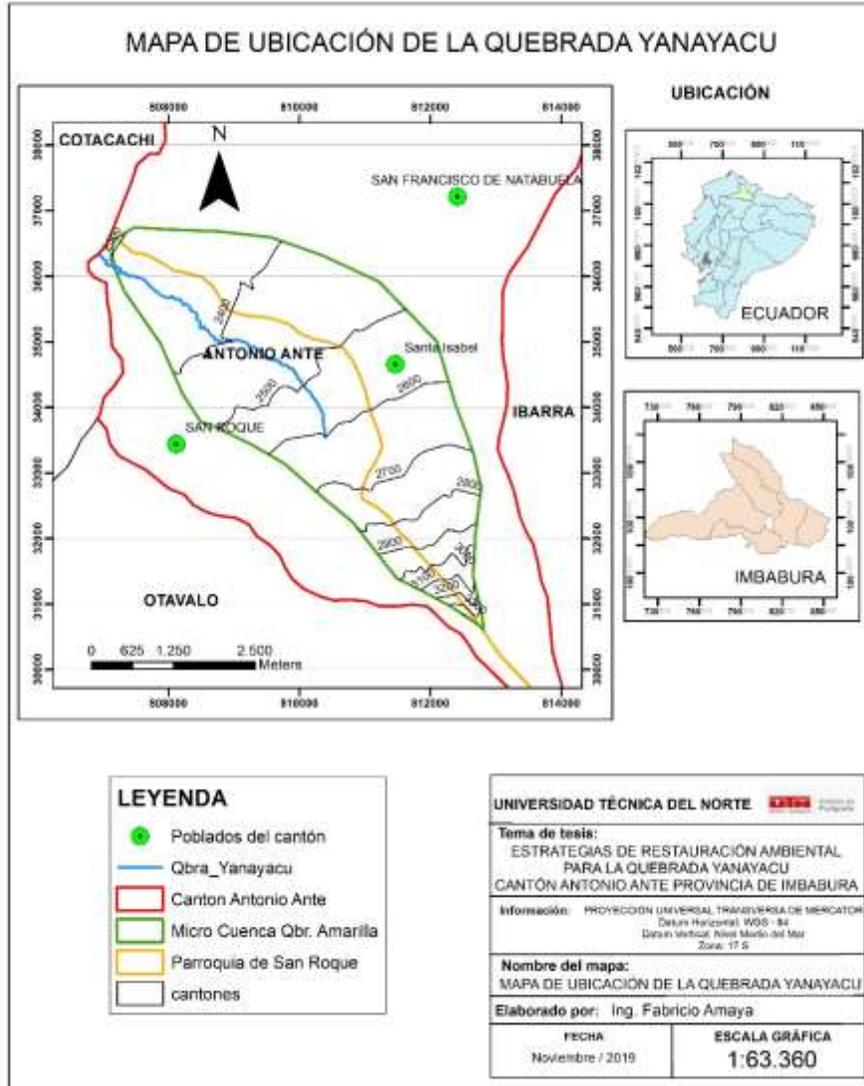


Figura 4. Ubicación de la quebrada Yanayacu

Tabla 1.
Ubicación de la quebrada.

UBICACIÓN DE LA QUEBRADA					
Quebrada	Provincia	Cantón	Parroquia	Longitud (km)	Altitud
Yanayacu	Imbabura	Antonio Ante	San Roque	5.63	Desde 2618 msnm hasta 2253 msnm

3.2 Características del medio físico del cantón Antonio Ante

3.2.1 Clima

El cantón Antonio Ante presenta un clima tropical seco y en épocas de verano las temperaturas pueden llegar hasta 28°C, son cálidas durante el día, descienden en la noche, presentándose neblina. El clima es muy favorable para el desarrollo de actividades productivas y su piso altitudinal corresponde a los 2381msnm, la temperatura promedio es de 15.5°C y con una precipitación media anual de 728.3mm (Instituto Espacial Ecuatoriano , 2014).

3.2.2 Suelo

El suelo característico corresponde a los Inceptisoles que es el orden más importante con mayor grado de desarrollo que los Entisoles, ya que presentan un horizonte bien definido; incluso pueden tener un horizonte superficial negro con alto contenido de materia orgánica. Están distribuidos en todas las zonas especialmente en la baja y su mayor extensión está en la Parroquia San Roque; presentan un epipedón ócrico, es decir, que es un horizonte superficial de un suelo mineral que es demasiado claro en color y bajo contenido en materia orgánica (GAD Antonio Ante, 2015).

3.2.3 Geomorfología

Se caracteriza por presentar un relieve levemente ondulado y las pendientes más representativas de 0 - 5% son débiles con 988,34has, 5-12% suave 1566,54has, moderada 12-25% 2381,15 has, fuerte 25-50% 1308,63 has, muy fuerte 50-75% 224,13 has y abruptas > 70% 1457,37 has localizadas principalmente en barrancos. Con relación al paisaje presenta llanuras provistas de cultivos que en ascenso terminan en barrancos por la presencia quebradas y cárcavas juntándose hacia el sur con las parroquias de San Roque, Andrade Marín y Natabuela para formar pliegues andinos formados por los factores geomorfológicos que diversifican paisajes y unidades morfológicas propias de esta región (GAD Antonio Ante, 2015).

3.2.4 Demografía de la quebrada Yanayacu

La zona de estudio se encuentra en la parroquia de San Roque, en los barrios de Pucará, Santa Bertha y La Merced con una extensión de 537.29has, 73.90has, 119.47has respectivamente.

En el censo poblacional del año 2010, la parroquia de San Roque contaba con 10142 habitantes, en el año 2020 con una proyección estimada podría llegar a las 12183 habitantes (GAD Parroquial San Roque, 2014).

3.3 Diseño y tipo de investigación

La presente investigación fue cuantitativa y cualitativa de campo, con un enfoque exploratorio y descriptiva donde la información cartográfica obtenida se utilizó para definir zonas de muestro de la cobertura vegetal, puntos de descarga de aguas servidas, puntos de muestro de caudal y finalmente se elaborarán las estrategias de restauración de la nano cuenca Yanayacu.

Esta investigación se basa en la Línea de investigación: 3. Biotecnología, energía y recursos naturales renovables.

3.4 Procedimiento de investigación

3.4.1. Fase 1 Análisis de los componentes del paisaje

Se analizó las principales actividades humanas que se realizan cerca de la zona de estudio como son ganadería, infraestructuras (viviendas y vías), puntos de vertido de desechos y descarga de aguas residuales que generan consecuencias en la pérdida de suelos agrícolas, desequilibrio ecológico y degradación del paisaje. Esta fase se lo desarrollo mediante visita directa a toda la nano cuenca y se reconoció todas las zonas de afectación.

3.4.2 Fase 2 Evaluación de los parámetros vegetación y caudal de la quebrada

La evaluación de la vegetación se realizó por medio de imágenes aéreas las mismas que permitieron identificar las masas de vegetación, y se lo complemento con análisis ecológico mediante el uso del Índice de hábitat fluvial (IHF) y Índice de calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-AND); con el fin de evaluar ecológicamente a la quebrada, de esta manera nos permitirá conocer los factores por lo que calidad ambiental de la quebrada disminuye.

3.4.2.1. Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR)

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla se la realizó *in situ*, el mismo integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Se calificó valores diferentes como: el grado de cubierta vegetal de las riberas; la estructura vertical de la vegetación; la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal y el grado de naturalidad del canal fluvial.

- Grado de cubierta de la zona ribereña: En este apartado se evaluó el grado de cobertura vegetal en cada uno de los márgenes del río.
- Estructura de la cubierta de la zona de ribera: Este apartado se centró en el tipo de especies que forman la cobertura de ribera. Es decir, si son especies arbóreas o arbustivas.
- Calidad de la cubierta de ribera: Se evaluó la calidad de la cobertura, es decir, si las especies arbóreas que conforman las riberas de cada margen son especies nativas o si son introducidas.
- Grado de naturalidad del canal: En éste se obtuvo un solo puntaje para ambos márgenes. Se evaluó si el canal del río es natural o si ha sido modificado ya sea dentro del mismo o en las terrazas adyacentes.

Tabla 2.
Rangos de calidad del índice QBR.

RANGO	VALORACIÓN
>95	Muy Buena
90 - 75	Buena
70 - 55	Moderada
30 - 50	Deficiente
<25	Mala

Fuente: (Acosta, y otros, 2014)

3.4.2.2. Índice de habitar fluvial (IHF)

El índice IHF es un protocolo que consta de siete bloques en los que se valora de manera independiente la presencia de distintos componentes en el cauce fluvial, entre ellos aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente. En este índice analiza los siguientes aspectos: frecuencia de rápidos, la diferencia de regímenes de velocidad y profundidad, grado de inclusión y sedimentación, diversidad de sustratos (Pardo *et. al.*, 2002).

Tabla 3.
Rangos de la calidad de índice IHF.

RANGO	VALORACIÓN
100 - 90	Muy Buena
89 - 70	Buena
69 - 50	Moderada
49 - 30	Deficiente
29 - 0	Mala

Fuente: (Acosta, y otros, 2014)

3.4.2.3. Metodología para la evaluación de ríos y quebradas “SVAP”

Es un método de análisis ecológico rápido en el cual se evalúa el hábitat físico de un río mediante asignación de puntajes entre 1 y 10 a quince diferentes métricos, en caso se puede suprimir uno o dos métricos cuando no se aplica a un sitio y al final del proceso se asignan puntajes y se calcula el promedio de los 15 métricos, los puntajes con mayor rango son los que están en buenas condiciones y los puntajes que estén en rangos menores son los ríos o quebradas que están en malas condiciones.

Una vez que se tenga identificado el paisaje físico, se localizará los puntos de contaminación, identificando la presencia de desechos sólidos y las descargas de aguas residuales, el uso de suelo, tipo de cultivos y que prácticas agrícolas realizan a lo largo de la quebrada, en la figura 5 se detalla los puntos de medición de caudal.

3.4.2.4. Identificación de los puntos de medición de caudal

El aforo realizado por puntos entrega resultados más exactos y expresarlos gráficamente se visualiza la distribución de velocidades sobre todas las secciones. En la cuenca alta se establecieron 2 puntos en la altura de 2474 y 2419 msnm, en la cuenca media 5 puntos en la altura promedio 2300 msnm y en la cuenca baja 1 punto en la altura de 2269 msnm, ver Anexo 1. En la figura 5 se observa la ubicación de los puntos de medición de caudal.

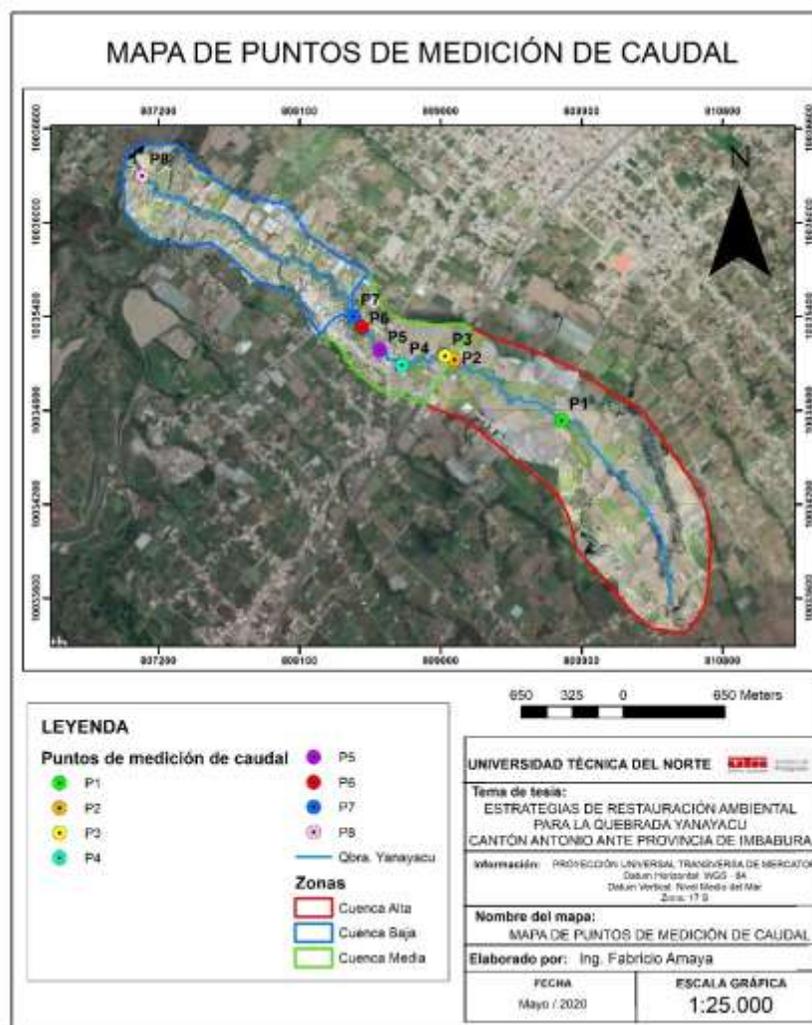


Figura 5. Mapa de puntos de medición de caudal

3.4.2.5. Medición de caudal

Para determinar el caudal se usó el molinete de tipo hélice que gira sobre un eje horizontal, en el cual la velocidad de rotación es proporcional a la velocidad de la corriente; se cuenta el número de revoluciones en un tiempo dado con un contador digital. Un molinete mide la

velocidad en un único punto y para calcular la corriente total hacen falta varias mediciones. (FAO, 1997). El procedimiento consistió en medir y en trazar sobre papel cuadriculado la sección transversal de la corriente y proyectarla imaginariamente que se divide en franjas de igual ancho como se muestra en la Figura 5.

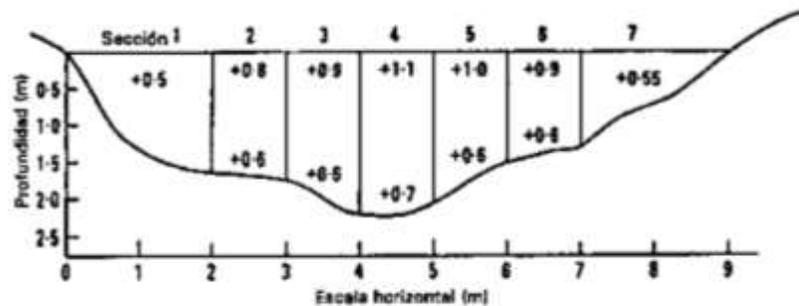


Figura 6. Cálculo de caudal por secciones

Fuente. FAO, 1997

El método que se usó fue el de área - velocidad que consiste básicamente en medir un área transversal del cuerpo de agua previamente ya identificadas las velocidades de flujo con la que se obtuvo el caudal.

El lugar elegido para hacer la medición de caudal debe cumplir estos requisitos:

- La sección transversal debe estar bien definida y en lo posible no se presente a gradación o degradación del lecho.
- Debe tener fácil acceso.
- Debe estar en un sitio recto, para evitar las sobreelevaciones y cambios en la profundidad producidos por curvas.
- El sitio debe estar libre de efectos de controles agua abajo, que puedan producir remansos que afecten luego los valores obtenidos.

En el sitio de medición se hace un levantamiento topográfico complejo de la sección transversal el cual depende de su ancho y profundidad, esta medición se la realiza con una cinta métrica o con un equipo de topografía y la sección escogida se divide en tramo iguales (Marleo, 2015).

Esta metodología fue aplicada en los 8 puntos de medición de caudal que fueron establecidos en toda la nano cuenca Yanayacu y los datos obtenidos fueron anotados en la libreta de campo. Los equipos utilizados fueron un molinete de marca JDC flowatch, flexómetro de 50mt, cámara y GPS.

3.4.3. Fase 3 Diseño de estrategias de restauración ambiental

Las estrategias que se considerarán como una norma para tomar decisiones que ayuden a lograr los objetivos y las acciones que se realicen que tendrán varias dimensiones como podría ser un plan en el cual se exprese el curso de acción o una guía para abordar una situación de recuperación, las estrategias son importantes, para establecer una respuesta ante cualquier evento y programa para una recuperación de ciertas quebradas localizadas en el cantón.

Según Vargas (2013), en su investigación expresa que los pasos para una restauración ecológica son las siguientes:

- Definir el ecosistema o comunidades de referencia
- Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad
- Definir las escalas y niveles de organización
- Establecer las escalas y jerarquías de disturbio
- Lograr la participación comunitaria
- Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema
- Establecer las barreras a la restauración a diferentes escalas
- Seleccionar las especies adecuadas para la restauración
- Propagar y manejar las especies
- Seleccionar los sitios

- Diseñar estrategias para superar las barreras a la restauración
- Monitorear el proceso de restauración
- Consolidar el proceso de restauración

3.5 Consideraciones bioéticas

Se tiene en cuenta que la presente investigación se desarrollará mediante la revisión bibliográfica de diferentes estudios y autores que tengan similitud con la investigación a desarrollarse, los autores implicados en este estudio tendrán su cita haciendo mención a su nombre y año de su publicación, sin considerar plagio académico.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase 1 Análisis de los componentes del paisaje

Se analizó las zonas agrícolas, las descargas de aguas residuales y vertido de desechos que se encuentran cercanas a la quebrada, que alteran y generan consecuencias al ambiente y paisaje, se realizó mediante recorrido por la cuenca alta verificando lo que se obtuvo en la fotografía aérea.

A continuación, se describen las zonas de estudio que son cuenca alta, media y baja.

Cuenca Alta: En la figura 7 se observa que al ser un área rural con vías de tercer orden o denominados caminos vecinales por lo cual existen pocas viviendas, es una zona netamente agrícola y no hay intervención en la franja de protección de la quebrada, no existe descarga de aguas servidas debido que las infraestructuras están apartadas del cauce de agua, pero si hay puntos de vertido de desechos que se encuentran junto a las vías.

Además, en esta zona no existe contaminación en comparación con las otras, esto quiere decir que la afectación en cuanto al paisaje es mínima, en la ladera de la quebrada aún existe vegetación nativa y fauna característica del lugar, y no hay invasiones en la franja de protección, pero al ser una zona apartada es propensa a que sea lugar para botaderos de basura y escombros. Esta zona por su tipología es de entorno natural, por su morfología sinuosa y por su forma es aterrazada. Comparando con el estudio realizado por Puebla, Salinas, y Acevedo (2011) indican, que la aptitud del uso principal del paisaje en el territorio de la cuenca alta es la reforestación, lo cual mejoraría los bosques degradados o con especies no

endémicas, los suelos pocos fértiles con pendiente mayor a 25°, por lo tanto, existe un potencial muy alto para actividades ambientales que vayan en equilibrio con el desarrollo de los humanos.

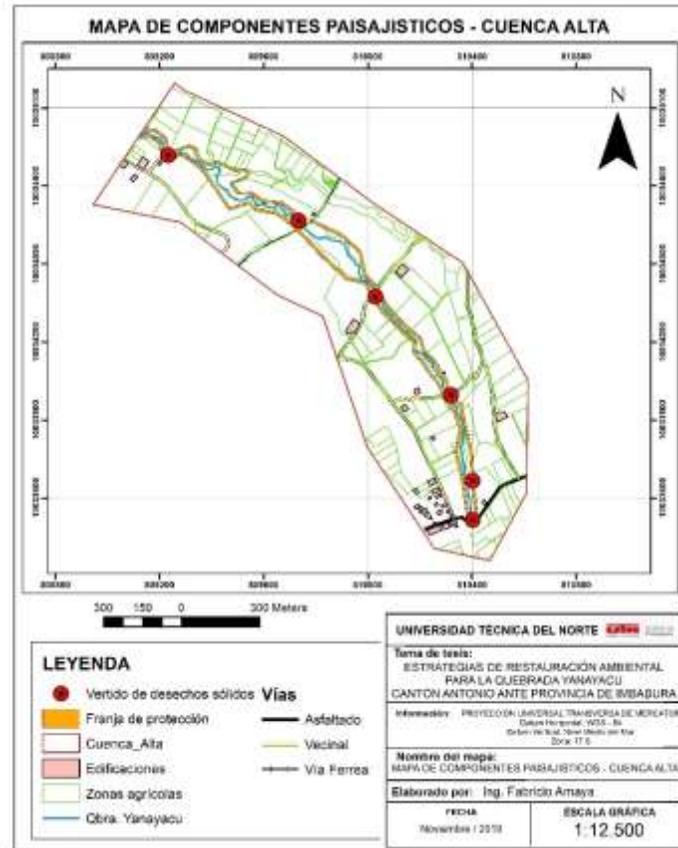


Figura 7. Componentes paisajísticos de la cuenca alta

Cuenca Media: En la figura 8 se observa la zona de estudio en la cuenca media que corresponde a la zona urbana en el barrio Santa Bertha, en el cual se establece la mayor cantidad de infraestructuras las mismas que están cerca del cauce lo que puede generar impermeabilidad del suelo y alterar los procesos de infiltración de las aguas lluvias, no se respeta la franja de protección por lo cual existen 13 puntos de descarga de aguas servidas hacia el cauce, las zonas agrícolas son de nivel familiar pero que se encuentran en la franja de protección y no tienen una técnica de labranza como sería el caso en terrazas sino es a nivel de ladera, esto puede ocasionar erosión y alta incidencia a deslizamientos.

Al ser un área urbana no existen muchos puntos de vertido de desechos ya que tienen el servicio de recolección de basura y los 4 puntos existentes se encuentran en la panamericana y puentes lugares que no tienen un control permanente. A nivel del agua del cauce al inicio de la cuenca media ingresa normal pero conforme va su recorrido y cruza el área urbana cambia inmediatamente su color, y olor. En cuanto a la afectación al paisaje se encuentra alterada porque ya no existe vegetación ni fauna nativa, existen conexiones clandestinas e infraestructura dentro de la franja de protección que dan un mal aspecto visual. Por su tipología es entorno urbano, por su morfología es muy sinuosa y su forma en G.

Además, Coral (2015) en su investigación expresa que la cuenca media es la zona más intervenida en un 24% por lo general en esta zona se encuentran los asentamientos humanos por su llanura aluvial, existiendo gran presencia de pastoreo y cultivos, fragmentación de suelos sin cobertura vegetal, por lo tanto, existe una similitud en cuanto a la afectación del paisaje con las actividades humanas como se obtuvo en este estudio.

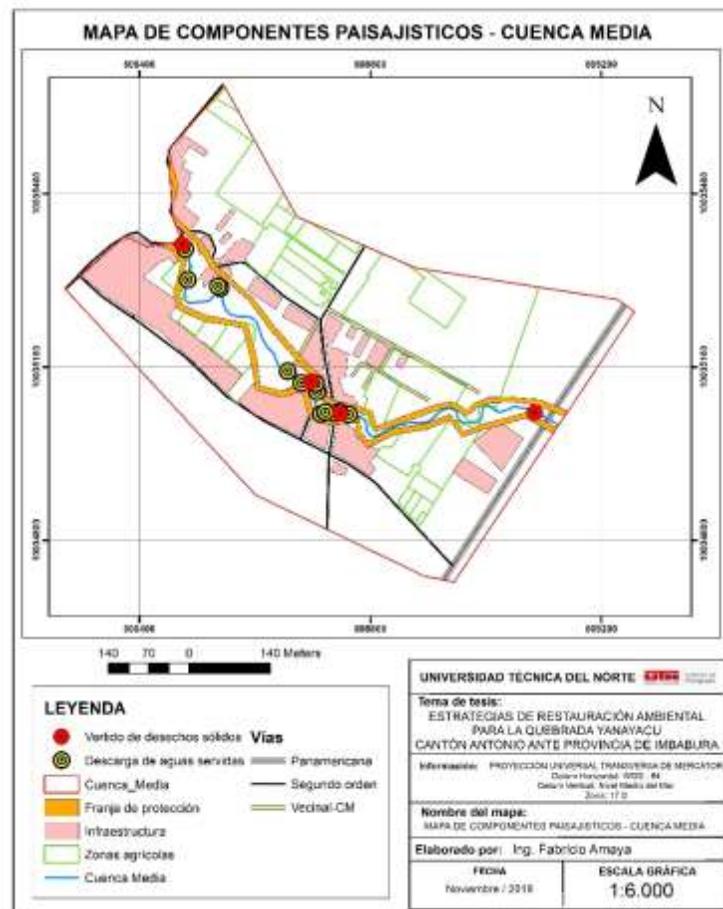


Figura 8. Componentes paisajísticos de la cuenca media

Cuenca baja: En la figura 9 se observa la zona de estudio en la cuenca baja corresponde al barrio La Merced en el sector rural, una vez identificado los componentes como son las zonas agrícolas en comparación con la cuenca alta, la producción en esta zonas es más tecnificada es decir bajo invernaderos y una mayor producción por lo cual existe un mayor uso de fertilizantes que altera las condiciones del suelo, en cuanto a las descargas de aguas servidas aún existen conexiones que se encuentran en la zona residencial. Además, al ser la parte con la pendiente más pronunciada todos los contaminantes que vienen de aguas arriba se van acumulando en los meandros existentes en el cauce al igual que los desechos, dando así un mal aspecto visual y se dificulta el mantenimiento y limpieza por sus laderas que son mayor a un ángulo mayor de 75° y una accesibilidad nula, esta zona por su tipología es un entorno rural, por su morfología es sinuosa y tiene forma de U.

Pero en el estudio realizado por Pérez y García (2003) indican, que la cuenca baja es una zona de peor calidad ambiental, por el escaso desarrollo de los suelos, alta erosión, actividad alta de canteras, pero aún existe enclaves de bosques de media y baja densidad con escasa cubierta vegetal y una geomorfología caracterizada por pendientes muy altas, por lo cual en relación con este estudio se indica que las condiciones pueden ser muy diferentes para las zonas bajas y ciertos puntos pueden llegar a ser similares por las afectaciones antrópicas que vienen desde aguas arriba.

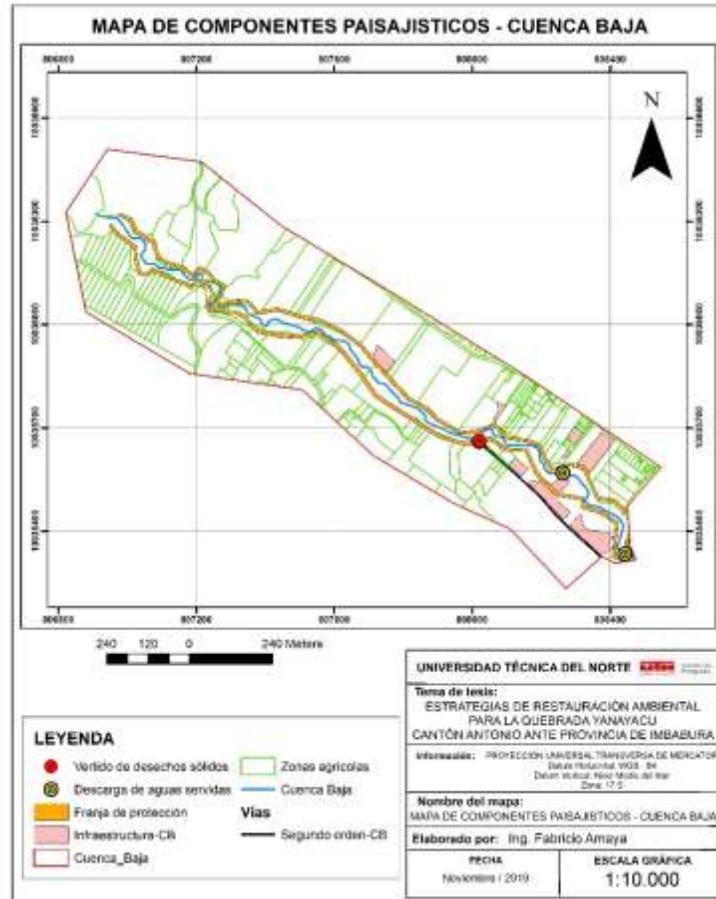


Figura 9. Componentes paisajísticos de la cuenca baja

Los resultados obtenidos en las diferentes zonas de estudio, indican que mientras más cercano a la quebrada estén las actividades antrópicas proporcionaran un peligro o alteración al ecosistema, en vista que no hay un manejo o control que garanticen la protección y cuidado de las zonas de ribera.

4.2. Fase 2 Evaluación de los parámetros vegetación y caudal de la quebrada

Se realizaron varios levantamientos aerofotográficos con un drone, el plan de vuelo se mantuvo para todas las zonas de estudio, se usó una metodología de vuelo inteligente garantizando la sobreposición lateral y longitudinal. Una vez obtenido el levantamiento de la nano cuenca las imágenes se procesaron en el programa Global Mapper y ArcGis, la verificación se la realizo con una imagen satelital.

Según la metodología propuesta por Brower *et.al.*, (2002), la fotointerpretación de vegetación y densidad de cobertura forestal se les puede asignar 5 niveles de coberturas arbóreas: cerrada >80%; semicerrada 55-79%, semiabierta 30-54%, abierta 10-29% y deforestado <10%.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las zonas de estudio cuenca alta, media y baja.

Cuenca alta: En la figura 10 se observa la cobertura arbórea de la zona de estudio de la cuenca alta, en la cual se seleccionaron las áreas donde existen especies arbóreas, y la clasificación de densidad de cobertura es 1: cerrada, 2: semicerrada, 3: semiabierta, 4: abierta, 5: deforestada. Conforme el piso altitudinal va descendiendo el vegetación y especies arbóreas va cambiando, las cuatro primeras áreas de que corresponden a especies de eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*), y también va cambiando la densidad de cobertura esto es debido a la tala de árboles para uso de la madera en construcción de corrales para ganado de los moradores, las dos últimas áreas corresponden a la especie de aliso (*Alnus acuminata Kunth*), esta especie se desarrolla en zonas húmedas y específicamente donde se encuentran estas áreas la zona es húmeda y con vegetación abundante.

Las zonas que no se encuentran identificadas en el mapa corresponden a zonas con vegetación nativa que no ha tenido alteración de origen antrópico, las especies más características de la zona son la higuerilla, chilca, uña de gato y carrizo, al no ser zonas intervenidas el estado de conservación de la quebrada es bueno y la fauna del lugar no se ha visto alterada al igual que las condiciones del agua.

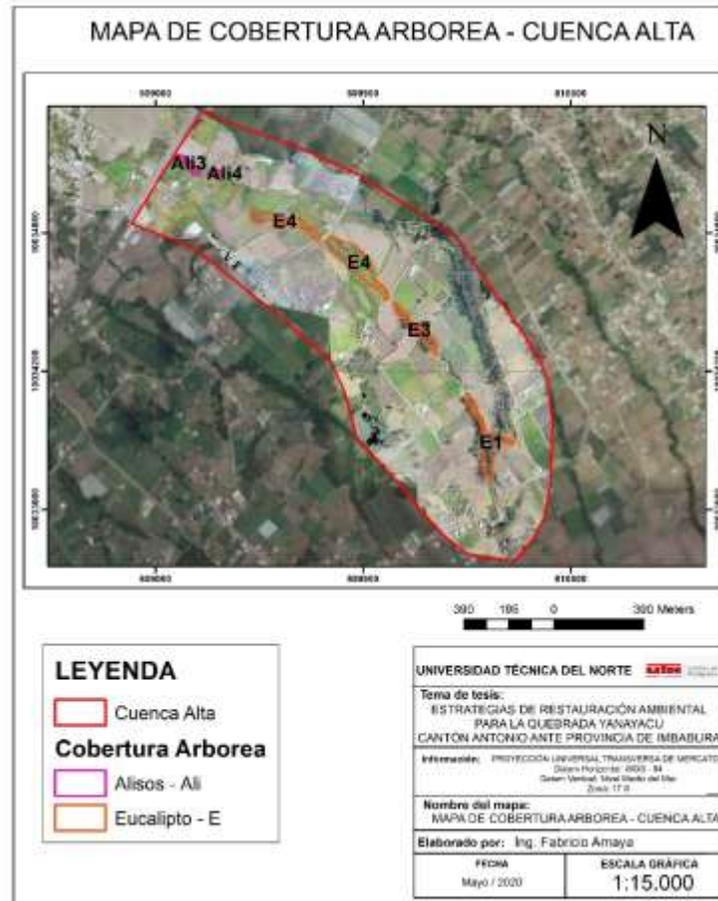


Figura 10. Cobertura arborea de la cuenca alta

Nota: nivel de cobertura: 1: Cerrada; 2: Semicerrada; 3: Semiabierta; 4: Abierta; 5: Deforestado

Cuenca media: En la figura 11 se observa la cobertura arborea de la cuenca media, conforma descende y se acerca a la zona poblada las áreas de vegetación y arbóreas cambian drásticamente y se reducen en su proporción, la especie arborea característica es el sauce (*Salix humboldtiana Willd*) y una pequeña porción de frutales los mismos que se encuentran dentro de la franja de protección, especies nativas son casi nulas y la zona se encuentra muy alterado debido a procesos de deforestación, agricultura, y especies introducidas que han desplazado a la nativa, en cuanto a la fauna no se observan con frecuencia a diferencia de la cuenca alta que se observa en gran cantidad.



Figura 11. Cobertura arbórea de la cuenca media

Nota: nivel de cobertura: 1: Cerrada; 2: Semicerrada; 3: Semiabierta; 4: Abierta; 5: Deforestado

Cuenca Baja: En la figura 12 se observa la cobertura arbórea de la cuenca baja, al tener las laderas una pendiente mayor de 75% y con una profundidad aproximadamente de 15 metros con superficies rocosas en donde la vegetación no crece y los eucaliptos son los dominantes en esta zona y arbustos como uña de gato (*Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd) y la chilca (*Baccharis latifolia* (Ruiz y Pav) Pers.) conforme va descendiendo al llegar a la ribera del río Ambi se aparecen especies como espino, penca, y el aspecto es más seco del ecosistema es más seco debido al piso altitudinal y a las precipitaciones.



Figura 12. Cobertura arbórea de la cuenca baja

La vegetación existente en toda la quebrada en su gran mayoría son de especies introducidas que no brindan a una sucesión ecológica estable, en ciertas partes de la zona urbana existen árboles frutales pero que no son autóctonos de la quebrada, lo que causa que se pierda identidad natural, las especies nativas se encontraron en proporción pequeña en lugares donde la actividad humana no es continua.

4.2.1. Protocolo de evaluación: Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)

El índice QBR valora la calidad del bosque de ribera y el grado de alteración de la zona en cuatro diferentes componentes como son: grado de cobertura de la ribera, estructura de la vegetación, calidad de la cubierta y el grado de naturalidad. Este índice se aplicó en las tres zonas de estudio cuenca alta, media y baja, obteniendo resultado los cuales fueron comparados.

En la figura 13 se observa los datos obtenidos del protocolo QBR, para la cuenca alta con una puntuación de 80 lo que significa que se encuentra en un estado de bosque ligeramente perturbado con una calidad buena según la tabla de resultados que se encuentra en el apartado 3.4.2, por lo tanto este resultado concuerda con las condiciones en la que se encuentra esta área a pesar que no existe una gran afectación por actividades antrópicas el ecosistema se ha mantenido estable, pero el fácil acceso hacia el cauce debido que la pendiente es menor a 45° es un factor para que ocasione afectaciones como la ganadería, pérdida de la cobertura vegetal por avance de la frontera agrícola y contaminación al cauce de agua.

Para la cuenca media es totalmente diferente al tener una puntuación de 35 que significa una alteración fuerte con mala calidad y es debido a que esta zona se encuentra en el área urbana la misma que presenta una alteración grave, las actividades antrópicas han hecho que la flora y la fauna nativa se hayan desplazado y remplazado por especies introducidas, la pérdida de la franja de protección y la descarga de aguas servidas han alterado drásticamente, además un factor de calificación es la cobertura de vegetación la misma que está desapareciendo, en cuanto al suelo no se podría explicar si se encuentra alterado ya que se necesita de análisis de laboratorio. Por lo tanto, en esta área se requiere de manera inmediata intervención ya que se encuentra en el límite para que exista una degradación extrema.

En el caso de la cuenca baja se obtuvo una calificación de 55 que significa inicio de alteración importante con una calidad intermedia esto es consecuencia de lo que ocurre en la cuenca media y por el arrastre de todo el material se va acumulando en los pequeños meandros, las laderas de esta zona al tener una pendiente mayor a 75° y una altura superior a los 15 metros posee una potencialidad baja para que exista un bosque extenso por lo cual no posee una vegetación extensa que es un parámetro de calificación en este índice, las especies de árboles no son autóctonos que ocasiona que el valor descienda, la flora y fauna del lugar no es muy numerosa debido a la geología del lugar que es en forma de U, por lo tanto en la cuenca baja se puede decir que en pocas zonas existe alteración que puede ser recuperada y evitar que el rango de calificación caiga y el estado del ecosistema empeore. El índice de evaluación de cada zona de estudio se puede observar en el ANEXO 2.

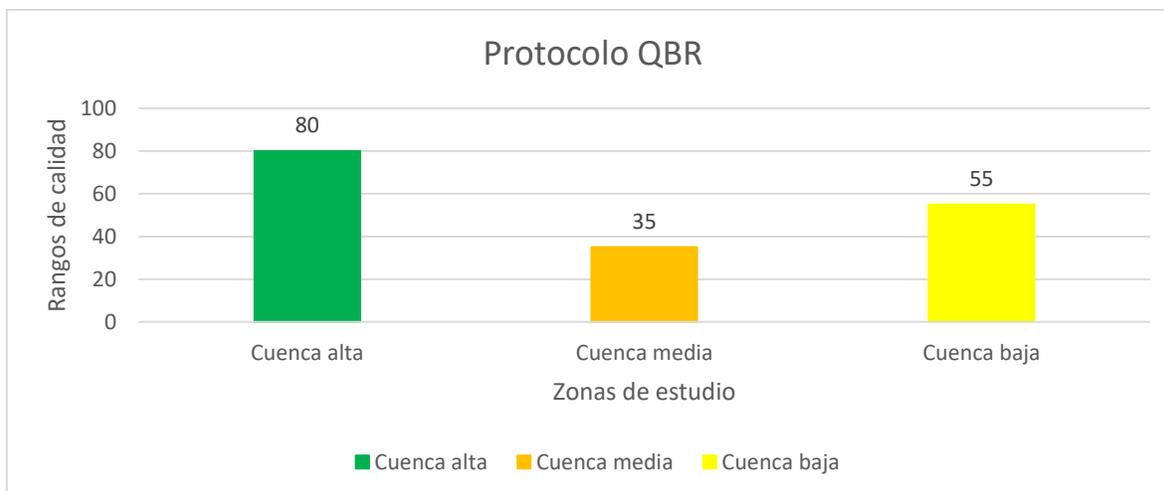


Figura 13. Resultados del protocolo QBR en la cuenca alta, media y baja.

Finalmente se presenta el protocolo IHF de manera complementaria para el análisis de vegetación y determinación del caudal de la nano cuenca.

4.2.2. Protocolo de evaluación: Índice del hábitat fluvial (IHF)

El IHF califica aspectos físicos que se relacionan con la heterogeneidad de hábitats que de cierta manera dependen de la hidrología como por ejemplo frecuencia de rápidos, regímenes de velocidad y profundidad, inclusión del sustrato y sedimentación en pozas.

De esta manera, en la figura 14 se presenta los resultados obtenidos del protocolo IHF para todas las zonas de estudio, por lo cual en la cuenca alta se obtuvo una calificación de 73 puntos, es decir en una rango de calidad buena como expresa la tabla 3 que se encuentra en el apartado 3.4.2, este puntaje resulta de la evaluación del cauce en donde se demuestra que al ser una zona no muy contaminada ni erosionada ya que obtuvo un puntaje de 80 en el QBR existe una mejor calidad fluvial pero a su vez se puede ver afectada si las actividades antrópicas sobrepasan la franja de protección y alteren su estado actual. Comparando con Braccia y Voshell (2006), en su estudio también expresan que los factores se ven afectados cuando hay presencia de actividades humanas y de manera importante el ganado es un factor importante de erosión y afectación al cauce.

Por otra parte, en la cuenca media se obtuvo un resultado de 47 puntos el mismo que se encuentra en el rango de calidad deficiente, debido a la disgregación la misma que tiene una baja heterogeneidad del hábitat fluvial y por la escasa incorporación de elementos nativos en el área, esta falta de vegetación de ribera causa que el porcentaje de sombra en el cauce sea expuesto lo que incrementa la radiación solar lo cual ocasionaría variaciones en el funcionamiento y estructura del cauce, además autores como Acosta *et.al.*,(2008), indican que el valor de la calificación superior a 40 en el IHF indica que el hábitat fluvial es apropiado para albergar comunidades de macroinvertebrados, por otro lado autores como Pardo *et.al.*,(2002), expresan que si la calificación del IHF es por debajo de los 40 puntos indica serias limitaciones de la calidad del hábitat para la conformación de una comunidad bentónica diversa, siendo optimo una calificación superior a 75 puntos.

Es por esto, que la cuenca media por actividades antrópicas muy cercanas al cauce y la perdida de la franja de protección han hecho que la diversidad de vegetación se vaya perdiendo ocasionando gran afectación al ecosistema.

Finalmente la cuenca baja con una calificación de 60 puntos lo que indica que se encuentra en una calidad moderada, es decir que a diferencia de las otras zonas de estudio no se observó la categoría rápido – profundo, pero a su vez se observó presencia de un lecho de sustrato fino, con cantos, grava y arena lo cual genera que exista un poco mayor de diversidad de hábitats a diferencia de la cuenca media que es escaso, también a falta de rápidos se caracterizó por meandros debido a la topografía y pendiente que presentaba el cauce es por eso que el porcentaje de sombra es limitado con grandes claros, mientras que en la cuenca alta exista una mayor cobertura vegetal con arbustos de mediano tamaño, son zonas claramente identificables con grandes diferencia y afectaciones siendo la más principal las actividades de los humanos que de cierta manera van degradando a los ecosistemas haciendo que se pierda la diversidad de flora y fauna.

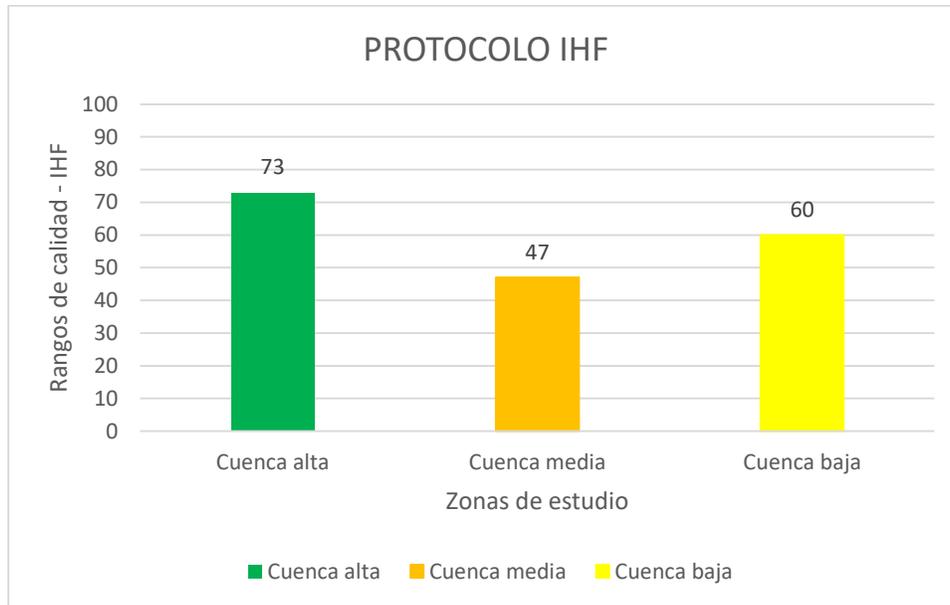


Figura 14. Resultados del protocolo IHF en la cuenca alta, media y baja.

4.2.3. Determinación del caudal de la quebrada

La medición de caudal es una actividad muy importante, porque permitió obtener datos sobre la disponibilidad del recurso hídrico y de esta manera realizar la respectiva gestión de la cuenca hidrológica.

La recolección de datos se la realizó en temporada seca, en los meses de noviembre del 2019 hasta febrero del 2020, en las mediciones se recogieron datos de crecidas de agua y disminución de caudal, a continuación, se presenta los resultados obtenidos de las zonas de estudio que fueron la cuenca alta, media y baja.

Cuenca alta: En la figura 15 se observa los resultados obtenidos de la medición del caudal en la cuenca alta donde se observa que los datos presentan una similitud con ciertas excepciones, como es el caso del caudal máximo de 410,8 l/s este dato fue registrado a inicios del mes de noviembre en un día con lluvia en el inicio de la cuenca alta y en el fin de la cuenca alta se registró un valor de 269 l/s, en cambio los valores menores fueron de 90.09 l/s registrado en enero en el fin de la cuenca alta y de 62.4 l/s registrado en diciembre en el fin de la cuenca alta, en este último valor ocurrió un estiaje debido al estar en temporada seca, además por el incremento de la insolación y por lo tanto el potencial de evapotranspiración y la evaporación aumenta, y al no haber corriente de agua en los puntos de medición se

presentó un olor característico de agua estancada. Además, la FAO (2005), indica que si el caudal tiende a reducir dará como resultado una disminución del lecho dentro del canal con una pérdida consecuente de hábitat para los organismos acuáticos existentes en un cauce. Los datos de la medición en la cuenca alta se adjuntan en el ANEXO 3.

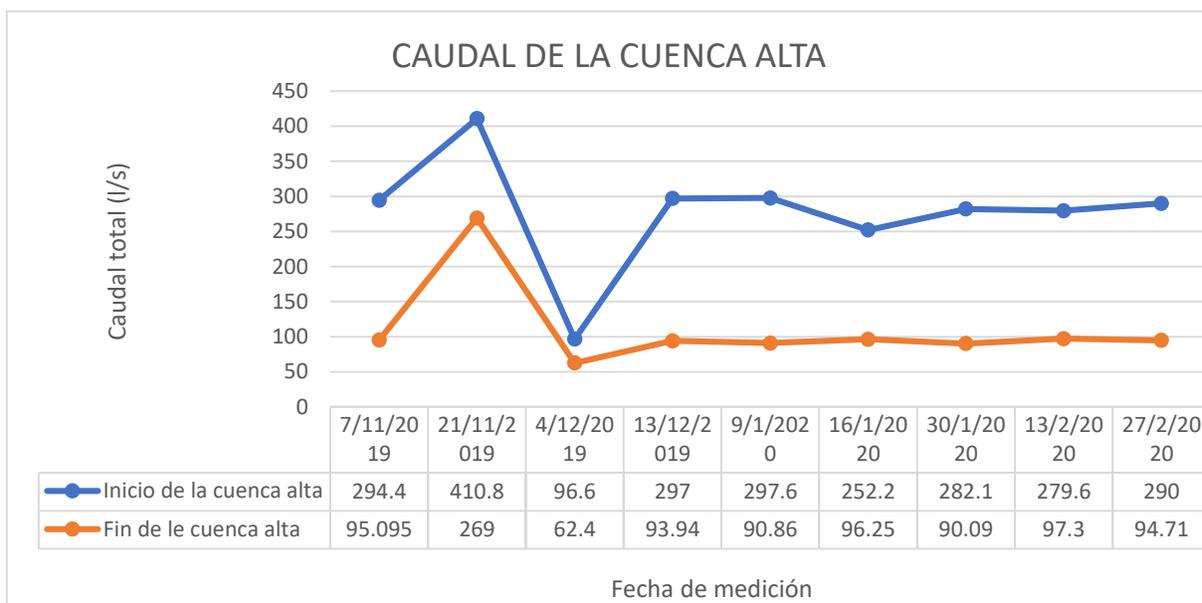


Figura 15. Resultados de la medición de caudal de la cuenca alta.

Cuenca Media: En la figura 16 se observa los resultados de la medición de caudal en la cuenca media, en esta zona de estudio se realizaron 5 mediciones ya que se encuentra el área urbana y la accesibilidad al cauce es fácil y donde la mayor contaminación existe, al momento de procesar los datos se obtuvo un pico característico debido al aumento del cauce por precipitaciones altas en días anteriores, pero la más alarmante es la medida que se realizó después del poblado con un caudal de 837.5 l/s en un meandro (Figura 17) y cercano a este existen varias viviendas, este punto se convierte en punto de observación a inundación. Además, Zabala (2016), en su investigación señala que a mayor pendiente aumenta la posibilidad de generar crecidas y junto a este arrastre de sedimentos. Por lo tanto, el punto de medición al encontrarse en un meandro existe más riesgo que se acumulen todos los sedimentos y exista mayor riesgo. En el inicio de la cuenca media se registró de caudal de 152 l/s, antes del poblado se registró un promedio de caudal de 339.6 l/s, en el poblado con un promedio de caudal de 157.8 l/s, después del poblado un promedio de caudal de 461.8 l/s

y en el fin de la cuenca media se registró un promedio de caudal de 381.6 l/s. Los datos de la medición se encuentran en el ANEXO 4.

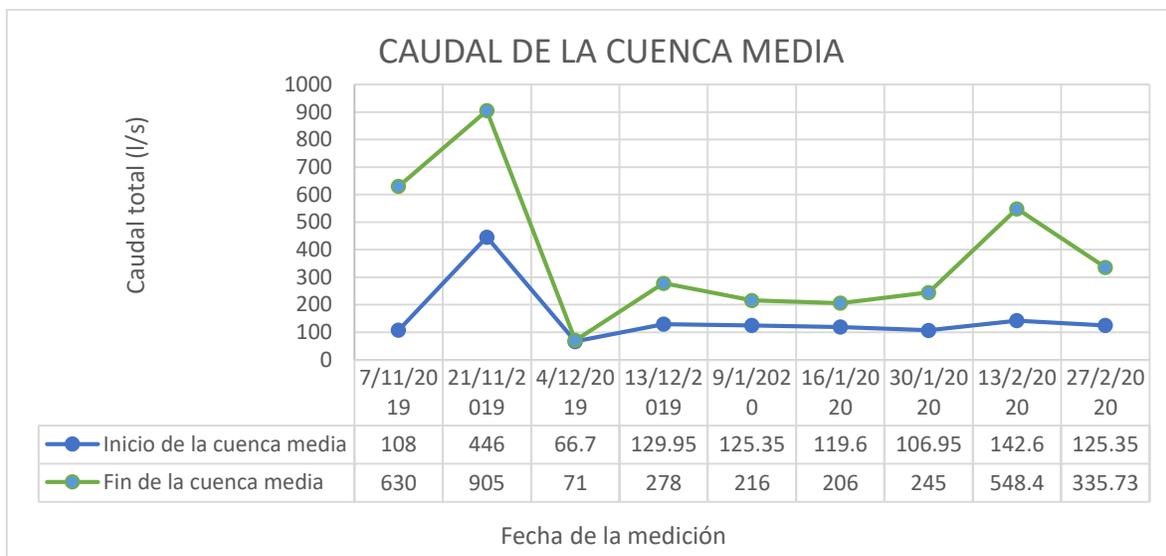


Figura 16. Resultados de la medición de caudal de la cuenca media.



Figura 17. Meandro de la cuenca media, punto de medición de caudal.

Cuenca Baja: En la figura 18 se observa los resultados de la medición de caudal en la cuenca baja, solo se realizó una medición debido al acceso difícil de la zona y el punto de medición se lo tomo al final de la cuenca, en este punto se registraron las mayores lecturas debido a dos acequias que incrementan el caudal, este punto final es en la desembocadura al río Ambi, y como expresa la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (2018), los caudales

que se desembocan en ríos el 95% son de lecturas altas en comparación a las lecturas realizadas aguas arriba, por lo tanto existe una similitud con la presente investigación en relación a los resultados obtenidos en la cuenca baja, el valor promedio de caudal fue de 890.5 l/s. Las mediciones se pueden observar en el ANEXO 5.

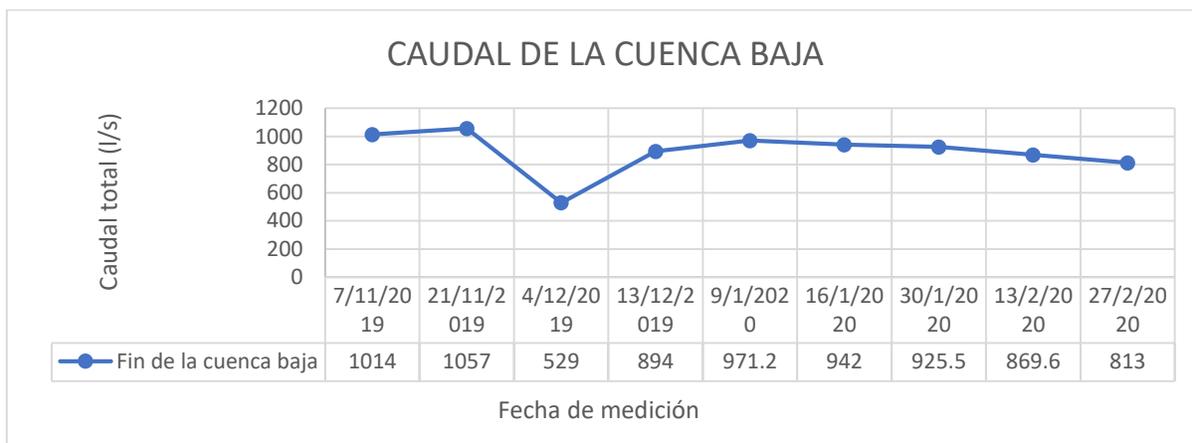


Figura 18. Resultados de la medición de caudal de la cuenca baja.

4.3. Fase 3 Diseño de estrategias de restauración ambiental.

Las estrategias de restauración son una alternativa de asistencia de los humanos hacia la naturaleza como una iniciativa para disminuir de alguna manera los efectos negativos que el mismo ser humano ha ocasionado. En este estudio se evaluaron factores ecológicos y físicos que determinan los límites de la composición ecológica, estructura y funcionalidad del ecosistema afectado. Aguirre, Torres y Velasco-Linares (2013) en su investigación indican que las estrategias de restauración deben estar dirigidas a la recuperación de alguno y no de todos los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies de un ecosistema.

Se identificaron los problemas de cada zona de estudio y se plantearon preguntas cuyas respuestas serán las estrategias a proponer en este estudio, en la tabla 4 se presentan el análisis de problemas de todas las zonas de estudio.

Tabla 4.
Evaluación de la problemática en la cuenca alta de la quebrada Yanayacu.

PROBLEMA	ANÁLISIS	PREGUNTA	TIPO DE QUEBRADA
Zonas agrícolas junto a la franja de protección Facil acceso al cauce para el ganado	La mayoría de las zonas agrícolas se encuentra en la cuenca alta, lo que genera un riesgo de contaminación por el uso de agroquímicos. Al tener una pendiente de ladera menor a 45° existe la posibilidad que ganado entre a la zona de ribera y se genere mayor contaminación y compactación al suelo.	¿Cómo equilibrar la actividad agrícola y ganadera junto a la funcionalidad ecológica de la quebrada?	II, III
Quebrada permanente	Quebradas con flujo permanentes son menos propensas a ser invadidas, pero aun existe el riesgo del crecimiento poblacional.	¿Qué medidas se deben tener para las quebradas que son permanentes?	I, II, III
Vertido de desechos sólidos en la zona de ribera	Al existir vías aledañas al cauce son propensas a vertido de desechos sólidos.	¿Qué acciones se deben tomar para evitar el vertido de desechos y el aspecto de degradación?	II, III
Construcciones en la franja de protección de la quebrada en zonas urbanas.	Es frecuente la presencia de construcciones en la franja de protección de la quebrada en la zona urbana lo que ocasiona la pérdida de la permeabilidad y como consecuencia afecte al proceso de infiltración.	¿Cómo se puede mejorar el proceso de infiltración por aguas de lluvias en zonas urbanas? ¿Cómo reducir el impacto de las actividades antropicas dentro de la franja de protección? ¿Cómo controlar el uso de suelo dentro de la franja de protección?	II

PROBLEMA	ANÁLISIS	PREGUNTA	TIPO DE QUEBRADA
Vertido de aguas servidas al cauce de la quebrada	El vertido de aguas servidas en la principal causa de contaminación al cauce, generación de malos olores, produciendo afectaciones a los moradores cercanos y causando posibles daños a la salud.	¿Cómo controlar las descargas de aguas servidas al cauce de la quebrada?	II
Incumplimiento de la normativa y falta de proyectos de mejoramiento o de mantenimiento.	Según la constitución y la ordenanza vigente se debe garantizar el cuidado de los sistemas fluviales y por falta de control no se respeta la normativa.	¿Cómo garantizar que la normativa aporte a los proyectos de mejoramiento?	I, II
Puntuaciones bajas en los índices IHF y QBR	Los datos obtenidos le dan a la quebrada rangos de calidad baja, por las diferentes actividades que se generan junto al cauce.	¿Cómo se puede mejorar la puntuación en los índices de evaluación?	I, II

4.3.1 Estrategias de restauración ambiental para la quebrada Yanayacu.

La pérdida y degradación del bosque y suelo conlleva a una reducción de los beneficios ambientales que prestan, como la regulación hídrica, la producción de materias primas y alimentos, el mantenimiento y conservación de la biodiversidad. La restauración es una estrategia de carácter interdisciplinario, en la cual se articula el conocimiento científico para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas de la quebrada Yanayacu, para mitigar y restablecer los ecosistemas degradados y prevenir futuros daños. A continuación, se presentan 5 estrategias que se proponen para la restauración ambiental para la quebrada Yanayacu (Tablas 5, 6, 7, 8 y 9).

Tabla 5.

Estrategia de restauración 1 – Proyecto de educación ambiental para las comunidades y barrios cercanos a la quebrada Yanayacu.

ESTRATEGIA 1		PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LAS COMUNIDADES Y BARRIOS CERCANOS A LA QUEBRADA YANAYACU	
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN		
Concienciar a los propietarios de los predios cercanos sobre la protección del ambiente en el desarrollo de actividades económicas de la quebrada Yanayacu	La concienciación en temas de protección y cuidado del ambiente deben ir integradas con las actividades económicas, es por eso que tener conocimiento sobre la causa y efecto que promueven las actividades de producción, la cual permitan un equilibrio sin que exista afectación al ambiente ni pérdidas económicas al agricultor.		
ACTIVIDADES	ACTORES	RESULTADOS	
- Socialización del proyecto y ordenanzas municipales a los dueños de los predios cercanos a la quebrada mediante talleres y reuniones	- GAD Municipal de Antonio Ante - GAD Parroquial de San Roque - Dueños de los predios aledaños a la quebrada	- Aumento de las competencias en temas ambientales y de sostenibilidad en los ciudadanos - Incremento de la sensibilización y predisposición para el cuidado del ambiente	

Tabla 6.

Estrategia de restauración 2 – Proyecto para fomentar la agricultura y ganadería sustentable.

ESTRATEGIA 2		PROYECTO PARA FOMENTAR LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SUSTENTABLE	
OBJETIVO		DESCRIPCIÓN	
Promover la agricultura y ganadería sustentable, a través de capacitaciones en las diferentes comunidades y barrios de la nano cuenca Yanayacu		La agricultura y ganadería son actividades económicas que se realizan en la cuenca alta y baja, que generan gran afectación al deterioro de la biodiversidad, por lo cual realizar capacitaciones en temas de agricultura y ganadería sustentable en las zonas de mayor alteración podría reducir pérdidas y afectaciones al ambiente.	
ACTIVIDADES		ACTORES	
<ul style="list-style-type: none"> - Uso de técnicas agroecológicas amigables con el ambiente. - Delimitación y establecimiento de zonas de protección cerca de las zonas de cultivo mediante ordenanzas municipales - Establecimiento de parcelas demostrativas 		<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal de Antonio Ante - GAD Parroquial de San Roque - Comunidades y barrios - Dueños de los predios aledaños a la quebrada 	
		RESULTADOS	
		<ul style="list-style-type: none"> - Control del avance de la actividad agrícola hacia la granja de protección de la quebrada - Mejoramiento de la producción agrícola por la aplicación de técnicas agroecológicas 	

Tabla 7.

Estrategia de restauración 3 – Fortalecimiento de actividades de reforestación y conservación de cobertura vegetal.

ESTRATEGIA 3 FORTALECIMIENTO DE ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN Y CONSERVACION DE COBERTURA VEGETAL		
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	
Promover la protección de zonas de interés de la quebrada Yanayacu como bosque nativo.	La protección de zonas de interés debe ser una práctica permanente para evitar procesos de degradación y alteración del ecosistema, por otro lado, se conserva la cobertura vegetal que aporta de manera positiva al ciclo hidrológico de la nano cuenca Yanayacu y disminución de la erosión del suelo, con el fin de restaurar el ecosistema nativo.	
ACTIVIDADES	ACTORES	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de especies introducidas - Establecimiento de viveros comunitarios - Establecer áreas de reforestación - Realizar planes de conservación con la comunidad, manejo de especies introducidas 	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal de Antonio Ante - GAD Parroquial de San Roque - Comunidades y barrios - Dueños de los predios aledaños a la quebrada 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de la calidad del ecosistema - Recuperación de áreas verdes - Control de crecimiento de especies introducidas - Producción de especies nativas para actividades de reforestación

Tabla 8.

Estrategia de restauración 4 – Reducir las actividades antrópicas dentro de la franja de protección.

ESTRATEGIA 4 REDUCIR LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DENTRO DE LA FRANJA DE PROTECCIÓN.	
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Reducir y controlar actividades antrópicas de alto impacto visual y ecológico dentro de la franja de protección de la quebrada Yanayacu	Existen actividades que generan alto impacto visual como el vertido de desechos sólidos, construcciones ilegales en la franja de protección que perturban el ecosistema, ocasionando alteración del ciclo ecológico, pérdida de cobertura vegetal, erosión, contaminación por desechos sólidos, esto debido a la falta de control de dichas actividades, que no permiten recuperar de manera natural las funcionalidades y servicios ecosistémicos de la quebrada.
ACTIVIDADES	ACTORES
<ul style="list-style-type: none"> - Desmonte de construcciones factibles que estén dentro de la franja de protección - Mimetización de construcciones permanentes con especies arbustivas de la zona para reducir el impacto visual - Cierre de conexiones ilegales de descarga de agua residual - Control de vertido de residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal de Antonio Ante - GAD Parroquial de San Roque - Comunidades y barrios - Dueños de los predios aledaños a la quebrada
RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir la carga visual de alto impacto en la quebrada - Restauración del paisaje natural de zonas afectadas - Recuperación del ecosistema - Mitigación de la contaminación

Tabla 9.

Estrategia de restauración 5 –Fortalecer la participación social para la protección de la quebrada Yanayacu en el cantón Antonio Ante.

ESTRATEGIA 5 FORTALECER LA PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA QUEBRADA YANAYACU	
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Promover la conservación de los recursos naturales de la quebrada Yanayacu con la participación de su población aledaña en actividades pro ambientales.	Involucrar a la población aledaña de la quebrada Yanayacu en proyectos ambientales de cuidado y protección de las fuentes de agua, comprometer a los moradores implica mayor responsabilidad con el ambiente porque el ecosistema les puede brindar beneficios, pero si está en malas condiciones se puede convertir en un punto focal de contaminación y riesgos para la salud humana.
ACTIVIDADES	ACTORES
<ul style="list-style-type: none"> - Míngas comunitarias de limpieza en la zona de ribera de la quebrada Yanayacu, para mitigar la afectación de los recursos naturales - Programas de reforestación con especies nativas de la zona en la ribera de la quebrada Yanayacu - Proveer de incentivos sociales a los barrios y comunidades aledañas a la quebrada Yanayacu por el cuidado y limpieza de la misma 	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal de Antonio Ante - GAD Parroquial de San Roque - Comunidades y barrios aledaños a la quebrada Yanayacu
RESULTADOS ESPERADOS	<ul style="list-style-type: none"> - Intercambio de experiencias y mejores prácticas comunitarias - Participación comunitaria - Incentivar a las personas en prácticas de cuidado y protección al ambiente - Mejorar las relaciones intercomunitarias

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las diferentes afectaciones de paisaje y al ecosistema en la nano cuenca Yanayacu son consecuencia de las actividades antrópicas que se realizan en las zonas aledañas ocasionando pérdida de vegetación, contaminación del suelo y agua, comprometiendo el equilibrio ecológico de la quebrada.
- La zona que presenta mayor afectación al ecosistema es la cuenca media por la alteración que generan las actividades antropogénicas, debido a la falta de control por parte de las autoridades y el crecimiento poblacional desordenado, que ha permitido que se pierda gran parte de la franja de protección de la quebrada.
- El proceso de erosión del suelo es ocasionado por las actividades agrícolas y ganaderas cercanas a las laderas que inciden directamente en la disponibilidad de agua, debido a la demanda de este recurso para su desarrollo, lo que genera el deterioro de fuentes hídricas y pérdida de flora y fauna nativa alterando el paisaje de la nano cuenca Yanayacu.
- Los árboles de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) en los márgenes de la quebrada es un problema, si bien es cierto puede aportar madera, sin embargo, desde el punto de vista ecológico no resulta una especie apropiada, debido a que es un árbol que consume gran parte del agua que se acumula en el subsuelo y no permite el crecimiento de vegetación arbustiva que son nativas de la zona, por lo tanto, se debe realizar proyectos de gestión de esta planta y de reforestación con especies arbóreas nativas acorde al lugar.
- La aplicación de los índices IHF y QBR permitió tener resultados de toda la nano cuenca en su estado actual, definiendo a la cuenca media la zona con mayor afectación expresada en la baja calificación obtenida en los índices, el uso de estos índices facilitó la recolección de información la que permitió corroborar con otros autores y métodos de investigación, por lo tanto, estos índices responden a la alteración por las actividades antrópicas determinando su estado ecológico.

- Los aforos realizados con la metodología área – velocidad con el molinete permitió conocer los caudales promedios de la quebrada que permitió identificar factores como la captación de agua para riego y descargas de aguas servidas los cuales tienen influencia sobre el volumen de caudal.
- El dialogo con los moradores de las zonas de estudio permitió conocer el accionar de las administraciones, ya que no proveen de manera adecuada los servicios públicos ni les otorga información para el cuidado de la quebrada, por lo cual se ven poco comprometidos con la conservación de la quebrada.
- En la cuenca media y baja existe escasa presencia de sistema de alcantarillado lo que ocasiona una incorrecta evacuación de aguas servidas, por infiltración o descarga directa al cauce por conexiones ilegales de los domicilios que se encuentran en la franja de protección.
- Una cierta parte de los moradores en la zona urbana viven en condiciones precarias y su situación económica impide que busquen o mejoren su calidad de vida, por lo cual se comprende que no se cuente entre sus prioridades la conservación de la quebrada.
- La restauración de ecosistemas alterados por la actividad antrópica es un tema de interés para varias organizaciones públicas y privadas, como respuesta a esto se plantearon estrategias para mitigar y minimizar el impacto siendo la mas importante el apoyo de la comunidad mediante el fortalecimiento de la participación social que involucrará a todos los moradores de la zona de influencia directa para protección de la quebrada.

5.2. Recomendaciones

- Considerar a las quebradas como un problema a ser resueltos y no ignorados, también como potencialidades, es decir como elementos necesarios para remediar ciudades por el crecimiento poblacional para evitar que se conviertan en puntos focales de contaminación y afectación a la salud, mediante estrategias de restauración, mejoramiento de calidad ecológica y proyectos de intervención que sean factibles y permitan tener un ambiente más sostenible.
- Realizar monitoreos de calidad del suelo y agua periódicos para conocer los índices de contaminación de cada zona y poder determinar lugares con mayor afectación, además estudios que complementen a la investigación como estudios de bioindicadores ambientales.
- Es necesario la implementación de estrategias para mejorar e incorporar la relación de los moradores con el ambiente, fomentando hábitos positivos que prevengan problemas como es la conservación y la educación ambiental.
- Mejorar el sistema de información entre los ciudadanos y la municipalidad para evitar el mal actuar de los moradores que comprometen su seguridad y la del ecosistema.
- Mayor control y regulación sobre el crecimiento urbano para evitar invasiones a la franja de protección y mejorar los servicios públicos, los que ocasionan que existan problemas urbano ambientales.
- Fortalecer los conocimientos locales sobre las diferentes especies forestales y sus usos y beneficios para el ambiente mediante talleres y charlas comunitarias.
- Diseñar un sistema de seguimiento para las áreas sujetas a la restauración, de esta manera dejar establecidos los indicadores que resulten más apropiados.

ANEXOS

Anexo 1

Puntos de medición de caudal

PUNTOS DE MEDICION DE CAUDAL

Punto	Zona	Lugar	Coordenada (UTM)	Altura (msnm)
P1	Cuenca alta	Inicio del caudal	809894 - 34736	2474
P2	Cuenca alta	Fin de la cuenca alta	809163 - 34992	2419
P3	Cuenca media	Inicio cuenca media	809061 - 35026	2319
P4	Cuenca media	Antes del poblado	808798 - 34982	2305
P5	Cuenca media	En el poblado (Santa Bertha)	808663 - 35088	2397
P6	Cuenca media	Después del poblado	809790 - 34620	2389
P7	Cuenca media	Fin de la cuenca media	808588 - 35240	2380
P8	Cuenca baja	Fin de la cuenca baja	806971- 36306	2269

Anexo 2

Protocolo de evaluación QBR de la cuenca alta

Índice QBR (ríos mediterráneos no efímeros) - Hoja de campo A 1 / 2

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha); zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.

El índice no es aplicable a las zonas más altas de las curvas donde no existe, de forma natural, vegetación arbórea. En ríos no efímeros, utilizar la hoja de campo A.



Punto de muestreo:	Cuervo Alto
Fecha:	7/11/2019
Hora:	9:20
Operador/a:	Amaya F

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cobertura de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación			
1a	25	> 80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	10
1b	10	50-80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
1c	5	10-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
1d	0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
1i	+ 10	conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente	+10
1ii	+ 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%	
1iii	- 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre el 25 y 50%	
1iv	-10	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25%	

Estructura de la cobertura (se considera únicamente la zona de ribera con cubierta vegetal) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación (depende del grado de cubierta de la ribera)						
	1a	1b	1c	1d		
2a	25	10	5	0	cobertura de árboles superior al 75 %	10
2b	10	5	0	0	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles* entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %	
2c	5	0	0	0	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %	
2d	0	0	0	0	sin árboles	
2i	+ 10	en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es > 50 %				+10
2ii	+ 5	en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es >25 y <50 %				
2iii	+ 5	si los árboles tienen un sotobosque arbustivo				
2iv	- 5	hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %				
2v	- 5	los árboles y arbustos se distribuyen en manchas; sin continuidad				
2vi	- 5	no existe sotobosque consolidado (exceptuando las zonas con una elevada pedregosidad)*				
2vii	- 10	hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %				
2viii	- 10	hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %				

Calidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera**) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	
3a	25	número de especies de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3	10
3b	10	número de especies de árboles autóctonos	1	2	3	
3c	5	número de especies de árboles autóctonos	-	1	1-2	
3d	0	sin árboles autóctonos				
3i	+ 10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo				+5
3ii	+ 5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo				
3iii	+ 5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río				
3iv	+ 5	si el número de especies de arbustos autóctonos es:	> 2	> 3	> 4	
3v	- 5	si existen estructuras construidas por el hombre				
3vi	- 5	si hay alguna especie perenne alóctona*** aislada				
3vii	- 10	si existen especies perennes alóctonas*** formando comunidades				
3viii	- 10	si hay vertidos de basuras				

Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación entre 0 y 25

Puntuación			
4a	25	el canal del río no ha sido modificado	25
4b	10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	
4c	5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	
4d	0	río canalizado en la totalidad del tramo	
4i	- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	
4ii	- 10	si existe alguna presa u otra infraestructura transversal al lecho del río	

Puntuación final (suma de las puntuaciones anteriores)

Hojas de campo y de laboratorio

80

Buena - ligeramente perturbada - 75-90 - Vade 121

73

Protocolo de evaluación QBR de la cuenca media

Índice QBR (ríos mediterráneos no efímeros) - Hoja de campo A 1/2

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos foráneos y riberas propiamente dichas; zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.

El índice no es aplicable a las zonas más altas de las cuencas donde no existe, de forma natural, vegetación arbórea. En ríos no efímeros, utilizar la hoja de campo A.



Punto de muestreo: <i>Cuenca Media</i>
Fecha: <i>7/11/2011</i> Hora: <i>10:45</i>
Operador/a: <i>Amaya T</i>

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cobertura de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Descripción	
1a	25	> 80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
1b	10	50-80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
1c	5	10-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	5
1d	0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
1i	+ 10	conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente	
1ii	+ 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%	5
1iii	- 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre el 25 y 50%	
1iv	- 10	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25%	

Estructura de la cobertura (se considera únicamente la zona de ribera con cubierta vegetal) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación (depende del grado de cubierta de la ribera)					
	1a	1b	1c	1d	Descripción
2a	25	10	5	0	cobertura de árboles superior al 75 %
2b	10	5	0	0	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles* entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
2c	5	0	0	0	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
2d	0	0	0	0	sin árboles
2i	+ 10				en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es > 50 %
2ii	+ 5				en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es >25 y <50 %
2iii	+ 5				si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
2iv	- 5				hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %
2v	- 5				los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin continuidad
2vi	- 5				no existe sotobosque consolidado (exceptuando las zonas con una elevada pedregosidad)*
2vii	- 10				hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera**) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Descripción
3a	25	> 1	> 2	> 3	número de especies de árboles autóctonos
3b	10	1	2	3	número de especies de árboles autóctonos
3c	5	-	1	1-2	número de especies de árboles autóctonos
3d	0				sin árboles autóctonos
3i	+ 10				si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo
3ii	+ 5				si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo
3iii	+ 5				si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río
3iv	+ 5	> 2	> 3	> 4	si el número de especies de arbustos autóctonos es:
3v	- 5				si existen estructuras construidas por el hombre
3vi	- 5				si hay alguna especie perenne alóctona*** aislada
3vii	- 10				si existen especies perennes alóctonas*** formando comunidades
3viii	- 10				si hay vertidos de basuras

Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Descripción
4a	25	el canal del río no ha sido modificado
4b	10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
4c	5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
4d	0	río canalizado en la totalidad del tramo
4i	- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
4ii	- 10	si existe alguna presa u otra infraestructura transversal al lecho del río

Puntuación final (suma de las puntuaciones anteriores)

de campo y de laboratorio

35

121

Protocolo de evaluación QBR de la cuenca baja

Índice QBR (ríos mediterráneos no efímeros) - Hoja de campo A 1 / 2

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha); zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.
 Los cálculos se realizarán sobre el área que presente una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede crecer una masa vegetal permanente.
 El índice no es aplicable a las zonas más altas de las cuencas donde no existe, de forma natural, vegetación arbórea. En ríos no efímeros, utilizar la hoja de campo A.



Punto de muestreo: Cuenca Baja
 Fecha: 7/11/2019 Hora: 12:30
 Operador/a: Amaya F

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cobertura de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		
1a	25	> 80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1b	10	50-80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1c	5	10-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1d	0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1i	+ 10	conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente
1ii	+ 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%
1iii	- 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre el 25 y 50%
1iv	- 10	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25%

Estructura de la cobertura (se considera únicamente la zona de ribera con cubierta vegetal) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación (depende del grado de cubierta de la ribera)					
	1a	1b	1c	1d	
2a	25	10	5	0	cobertura de árboles superior al 75 %
2b	10	5	0	0	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles* entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
2c	5	0	0	0	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
2d	0	0	0	0	sin árboles
2i	+ 10				en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es > 50 %
2ii	+ 5				en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es > 25 y < 50 %
2iii	+ 5				si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
2iv	- 5				hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %
2v	- 5				los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin continuidad
2vi	- 5				no existe sotobosque consolidado (exceptuando las zonas con una elevada pedregosidad)
2vii	- 10				hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera**) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	
3a	25	número de especies de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
3b	10	número de especies de árboles autóctonos	1	2	3
3c	5	número de especies de árboles autóctonos	-	1	1-2
3d	0	sin árboles autóctonos			
3i	+ 10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
3ii	+ 5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo			
3iii	+ 5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
3iv	+ 5	si el número de especies de arbustos autóctonos es:	> 2	> 3	> 4
3v	- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
3vi	- 5	si hay alguna especie perenne alóctona*** aislada			
3vii	- 10	si existen especies perennes alóctonas*** formando comunidades			
3viii	- 10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		
4a	25	el canal del río no ha sido modificado
4b	10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
4c	5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
4d	0	río canalizado en la totalidad del tramo
4i	- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
4ii	- 10	si existe alguna presa u otra infraestructura transversal al lecho del río

Puntuación final (suma de las puntuaciones anteriores) 55

Hojas de campo y de laboratorio 121

Protocolo de evaluación IHF de la cuenca alta

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF - Hoja de campo			
Punto de muestreo		Cuenca Alta	
Fecha		07/11/2014	
Operador/a		Amara +	
Hora		10:00	
Bloques			Puntuación
1. Inclusión en rápidos-sedimentación en pozas			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	10
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	10
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			20
2. Frecuencia de rápidos			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	10
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Presencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos escasos. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Sólo pozas		2	
TOTAL (una categoría)			10
3. Composición del sustrato			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	5
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	5
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	2
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
TOTAL (suma de categorías)			14
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
somero < 0.5 m lento < 0.3 m/s	4 categorías: Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
	Sólo 3 de las 4 categorías	8	8
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
Sombreado con ventanas		10	
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	5
Expuesto		3	
TOTAL (una categoría)			5
6. Elementos de heterogeneidad			
Hojarasca	> 10% o < 75%	4	4
	1 - 10% o > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	2
Diques naturales		2	
TOTAL (suma de categorías)			6
7. Cobertura de vegetación acuática			
% Picoón + briófitos	10 - 50%	10	10
	1 - 10% o > 50%	5	
% Pectón	10 - 50%	10	
	1 - 10% o > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	1 - 10% o > 50%	5	
TOTAL (suma de categorías)			10
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			73
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:			
Inclusión en rápidos - sedimentación en pozas	10		
Frecuencia de rápidos	10		
Composición del sustrato	20		
Regímenes de velocidad / profundidad	10		
Porcentaje de sombra en el cauce	10		
Elementos de heterogeneidad	10		
Cobertura de vegetación acuática	30		
89 - 70 = Buena			

Protocolo de evaluación IHF de la cuenca media

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF - Hoja de campo			
Punto de muestreo		Cuenca Media	
Fecha		7/11/2019	
Operador/a		Amaya I	
		Hora 10:30	
Bloques			Puntuación
1. Inclusión en rápidos-sedimentación en pozas			
Rápidos	Pedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	5
	Pedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Pedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	5
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
		TOTAL (una categoría)	10
2. Frecuencia de rápidos			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	10
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Presencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos escasos. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Sólo pozas		2	
		TOTAL (una categoría)	10
3. Composición del sustrato			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	5
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	5
	> 10%	5	
		TOTAL (suma de categorías)	4
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
Alto somero < 0.5 m		10	6
Sólo 3 de las 4 categorías		8	
Sólo 2 de las 4 categorías		6	
Sólo 1 de las 4 categorías		4	
		TOTAL (una categoría)	6
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
Sombreado con ventanarías		10	3
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	
Expuesto		3	
		TOTAL (una categoría)	3
6. Elementos de heterogeneidad			
Hojarasca	> 10% o < 75%	4	2
	1 - 10% o > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	2
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
		TOTAL (suma de categorías)	4
7. Cobertura de vegetación acuática			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	5
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Pectori	10 - 50%	10	5
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	5
	1 - 10% ó > 50%	5	
		TOTAL (suma de categorías)	5
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			47
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:			
Inclusión en rápidos - sedimentación en pozas	10		
Frecuencia de rápidos	10		
Composición del sustrato	20		
Regímenes de velocidad / profundidad	10		
Porcentaje de sombra en el cauce	10		
Elementos de heterogeneidad	10		
Cobertura de vegetación acuática	30		

Protocolo de evaluación IHF para la cuenca baja

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF - Hoja de campo			
Punto de muestreo		Cuenca Baja	Hora
Fecha		7/11/2019	12:20
Operador/a		Amoia. F	
Bloques			Puntuación
1. Inclusión en rápidos-sedimentación en pozas			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	10
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	5
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	5
	Sedimentación > 60%	0	
		TOTAL (una categoría)	10
2. Frecuencia de rápidos			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	10
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Presencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos escasos. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Sólo pozas		2	
		TOTAL (una categoría)	10
3. Composición del sustrato			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	5
		TOTAL (suma de categorías)	11
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
somero < 0.5 m lento < 0.3 m/s	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	6
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
		TOTAL (una categoría)	6
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
Sombreado con ventanas		10	
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	5
Expuesto		3	
		TOTAL (una categoría)	5
6. Elementos de heterogeneidad			
Hojarasca	> 10% o < 75%	4	4
	1 - 10% o > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	2
Raíces expuestas		2	2
Diques naturales		2	
		TOTAL (suma de categorías)	8
7. Cobertura de vegetación acuática			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	10
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Pecten	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
		TOTAL (suma de categorías)	10
Puntuación Final (suma de las puntuaciones anteriores)			60
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:			
Inclusión en rápidos - sedimentación en pozas	10		
Frecuencia de rápidos	10		
Composición del sustrato	20		
Regímenes de velocidad / profundidad	10		
Porcentaje de sombra en el cauce	10		
Elementos de heterogeneidad	10		
Cobertura de vegetación acuática	30		

69 - 50 = Moderada

Anexo 3

Datos obtenidos de la medición de caudal en la cuenca alta

CUENCA ALTA											
Fecha: 7/11/2019	MUESTREO 1										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio cuenca	2,3	1	15	0,15	0,8	1,15	0,1725	0,138	138	294,4	809894 - 34736
		2	17	0,17	0,8	1,15	0,1955	0,156	156,4		
Final cuenca alta	2,3	1	14	0,14	0,3	0,77	0,1078	0,0323	32,34	95,095	809163 - 34992
		2	10	0,1	0,5	0,77	0,077	0,039	38,5		
		3	10,5	0,105	0,3	0,77	0,08085	0,024	24,255		
Fecha: 21/11/2019	MUESTREO 2										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio cuenca	2,6	1	18	0,18	1	1,3	0,234	0,234	234	410,8	809894 - 34736
		2	17	0,17	0,8	1,3	0,22	0,177	176,8		
Final cuenca alta	2,3	1	16	0,16	0,8	0,5	0,08	0,064	64	269	809163 - 34992
		2	24	0,24	1,3	0,5	0,12	0,156	156		
		3	14	0,14	0,7	0,5	0,07	0,049	49		
Fecha: 04/12/2019	MUESTREO 3										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio cuenca	1,2	1	14	0,14	0,4	0,6	0,084	0,034	33,6	96,6	809894 - 34736
		2	15	0,15	0,7	0,6	0,09	0,063	63		
Final cuenca alta	1,6	1	10	0,1	0,3	0,8	0,08	0,024	24	62,4	809163 - 34992
		2	12	0,12	0,4	0,8	0,096	0,038	38,4		

Fecha: 13/12/2019	MUESTREO 4											
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM	
Inicio cuenca	2,2	1	14	0,14	0,9	1,1	0,154	0,139	138,6	297	809894 - 34736	
		2	16	0,16	0,9	1,1	0,176	0,158	158,4			
Final cuenca alta	2,3	1	9	0,09	0,4	0,77	0,0693	0,028	27,72	93,94	809163 - 34992	
		2	10	0,1	0,5	0,77	0,077	0,039	38,5			
		3	12	0,12	0,3	0,77	0,0924	0,028	27,72			
Fecha: 09/01/2020	MUESTREO 5											
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM	
Inicio cuenca	2,4	1	14	0,14	0,8	1,2	0,168	0,134	134,4	297,6	809894 - 34736	
		2	17	0,17	0,8	1,2	0,204	0,163	163,2			
Final cuenca alta	2,3	1	10	0,1	0,3	0,77	0,077	0,023	23,1	90,86	809163 - 34992	
		2	12	0,12	0,4	0,77	0,0924	0,037	36,96			
		3	10	0,1	0,4	0,77	0,077	0,031	30,8			
Fecha: 16/01/2020	MUESTREO 6											
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM	
Inicio cuenca	2,1	1	16	0,16	0,8	1,05	0,168	0,134	134,4	252	809894 - 34736	
		2	16	0,16	0,7	1,05	0,168	0,118	117,6			
Final cuenca alta	2,3	1	12	0,12	0,3	0,77	0,0924	0,028	27,72	96,25	809163 - 34992	
		2	14	0,14	0,4	0,77	0,1078	0,043	43,12			
		3	11	0,11	0,3	0,77	0,0847	0,025	25,41			
Fecha: 30/01/2020	MUESTREO 7											
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM	
Inicio cuenca	2,6	1	15	0,15	0,7	1,3	0,195	0,137	136,5	282,1	809894 - 34736	
		2	14	0,14	0,8	1,3	0,182	0,146	145,6			
Final cuenca alta	2,3	1	11	0,11	0,3	0,77	0,0847	0,025	25,41	90,09	809163 - 34992	

		2	12	0,12	0,5	0,77	0,0924	0,046	46,2		
		3	12	0,12	0,2	0,77	0,0924	0,018	18,48		
Fecha: 13/02/2020	MUESTREO 8										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio cuenca	2,4	1	16	0,16	0,8	1,2	0,192	0,154	153,6	279,6	809894 - 34736
		2	15	0,15	0,7	1,2	0,18	0,126	126		
Final cuenca alta	2,1	1	12	0,12	0,3	0,7	0,084	0,025	25,2	97,3	809163 - 34992
		2	11	0,11	0,5	0,7	0,077	0,039	38,5		
		3	12	0,12	0,4	0,7	0,084	0,034	33,6		
Fecha: 27/02/2020	MUESTREO 9										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio cuenca	2,5	1	16	0,16	0,7	1,25	0,2	0,140	140	290	809894 - 34736
		2	15	0,15	0,8	1,25	0,1875	0,150	150		
Final cuenca alta	2,3	1	11	0,11	0,3	0,77	0,0847	0,025	25,41	94,71	809163 - 34992
		2	12	0,12	0,5	0,77	0,0924	0,046	46,2		
		3	10	0,1	0,3	0,77	0,077	0,023	23,1		

Anexo 4

Datos de medición de caudal de la cuenca media

CUENCA MEDIA											
Fecha: 7/11/2019	MUESTREO 1										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio de la cuenca media	3	1	8	0,08	0,3	1	0,08	0,024	24	108	809061 - 35026
		2	15	0,15	0,4	1	0,15	0,06	60		
		3	12	0,12	0,2	1	0,12	0,024	24		
Antes del poblado	2	1	14	0,14	0,6	1	0,14	0,084	84	104	808798 - 34982
		2	10	0,1	0,2	1	0,1	0,02	20		
En el poblado	1,5	1	15	0,15	0,8	0,75	0,1125	0,09	90	102	808663 - 35088
		2	8	0,08	0,2	0,75	0,06	0,012	12		
Después del poblado	2	1	15	0,15	1	1	0,15	0,15	150	230	809790 - 34620
		2	10	0,1	0,8	1	0,1	0,08	80		
Fin de la cuenca media	3	1	19	0,19	1	1,5	0,285	0,285	285	630	808588 - 35240
		2	23	0,23	1	1,5	0,345	0,345	345		
Fecha: 21/11/2019	MUESTREO 2										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio de la cuenca media	3	1	25	0,25	0,3	1	0,25	0,075	75	446	809061 - 35026
		2	31	0,31	0,9	1	0,31	0,279	279		
		3	23	0,23	0,4	1	0,23	0,092	92		
Antes del poblado	3	1	23	0,23	1,6	1	0,23	0,368	368	552	808798 - 34982
		2	25	0,25	0,6	1	0,25	0,15	150		
		3	17	0,17	0,2	1	0,17	0,034	34		
En el poblado	1,5	1	27	0,27	1,4	0,75	0,2025	0,2835	283,5	506,25	808663 - 35088
		2	27	0,27	1,1	0,75	0,2025	0,22275	222,75		
	2,5	1	30	0,3	1,2	1,25	0,375	0,45	450	837,5	809790 - 34620

Después del poblado		2	31	0,31	1	1,25	0,3875	0,3875	387,5		
Fin de la cuenca media	4,1	1	32	0,32	1,4	1,25	0,4	0,56	560	905	808588 - 35240
		-	-	-	-	-	-	-	-		
		-	-	-	-	-	-	-	-		
		2	23	0,23	1,2	1,25	0,2875	0,345	345		
Fecha: 04/12/2019	MUESTREO 3										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio de la cuenca media	2,3	1	9	0,09	0,2	1,15	0,1035	0,0207	20,7	66,7	809061 - 35026
		2	10	0,1	0,4	1,15	0,115	0,046	46		
Antes del poblado	2,1	1	10	0,1	0,3	1,05	0,105	0,0315	31,5	100,8	808798 - 34982
		2	22	0,22	0,3	1,05	0,231	0,0693	69,3		
En el poblado	1,5	1	10	0,1	0,7	0,75	0,075	0,0525	52,5	52,5	808663 - 35088
		2	9	0,09	0,3	0,75	0,0675		0		
Después del poblado	2,3	1	10	0,1	0,5	1,15	0,115	0,0575	57,5	57,5	809790 - 34620
		2	12	0,12	0,8	1,15	0,138		0		
Fin de la cuenca media	2	1	7	0,07	0,3	1	0,07	0,021	21	71	808588 - 35240
		2	10	0,1	0,5	1	0,1	0,05	50		

Fecha: 13/12/2019	MUESTREO 4											
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM	
Inicio de la cuenca media	2,3	1	15	0,15	0,3	1,15	0,1725	0,05175	51,75	129,95	809061 - 35026	
		2	17	0,17	0,4	1,15	0,1955	0,0782	78,2			
Antes del poblado	2,6	1	23	0,23	0,5	1,3	0,299	0,1495	149,5	377	808798 - 34982	
		2	25	0,25	0,7	1,3	0,325	0,2275	227,5			
En el poblado	1,5	1	15	0,15	0,6	0,75	0,1125	0,0675	67,5	139,5	808663 - 35088	
		2	16	0,16	0,6	0,75	0,12	0,072	72			
Después del poblado	2,3	1	30	0,3	0,8	1,15	0,345	0,276	276	533,6	809790 - 34620	
		2	28	0,28	0,8	1,15	0,322	0,2576	257,6			
Fin de la cuenca media	3	1	16	0,16	0,8	1	0,16	0,128	128	278	808588 - 35240	
		2	12	0,12	0,6	1	0,12	0,072	72			
		3	13	0,13	0,6	1	0,13	0,078	78			
Fecha: 09/01/2020	MUESTREO 5											
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM	
Inicio de la cuenca media	2,3	1	16	0,16	0,4	1,15	0,184	0,0736	73,6	125,35	809061 - 35026	
		2	15	0,15	0,3	1,15	0,1725	0,05175	51,75			
Antes del poblado	3	1	18	0,18	0,7	1,1	0,198	0,1386	138,6	508,2	808798 - 34982	
		2	22	0,22	0,8	1,1	0,242	0,1936	193,6			
		3	20	0,2	0,8	1,1	0,22	0,176	176			

En el poblado	1,5	1	14	0,14	0,6	0,75	0,105	0,063	63	135	808663 - 35088
		2	16	0,16	0,6	0,75	0,12	0,072	72		
Después del poblado	2,8	1	22	0,22	0,8	1,4	0,308	0,2464	246,4	470,4	809790 - 34620
		2	20	0,2	0,8	1,4	0,28	0,224	224		
Fin de la cuenca media	3	1	10	0,1	0,6	1	0,1	0,06	60	216	808588 - 35240
		2	10	0,1	0,6	1	0,1	0,06	60		
		3	12	0,12	0,8	1	0,12	0,096	96		
Fecha: 16/01/2020	MUESTREO 6										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio de la cuenca media	2,3	1	16	0,16	0,3	1,15	0,184	0,0552	55,2	119,6	809061 - 35026
		2	14	0,14	0,4	1,15	0,161	0,0644	64,4		
Antes del poblado	3	1	17	0,17	0,7	1	0,17	0,119	119	359	808798 - 34982
		2	20	0,2	0,8	1	0,2	0,16	160		
		3	20	0,2	0,4	1	0,2	0,08	80		
En el poblado	1,5	1	15	0,15	0,4	0,75	0,1125	0,045	45	121,5	808663 - 35088
		2	17	0,17	0,6	0,75	0,1275	0,0765	76,5		
Después del poblado	3	1	22	0,22	0,9	1	0,22	0,198	198	504	809790 - 34620
		2	20	0,2	0,9	1	0,2	0,18	180		
		3	18	0,18	0,7	1	0,18	0,126	126		
Fin de la cuenca media	3	1	12	0,12	0,5	1	0,12	0,06	60	206	808588 - 35240
		2	16	0,16	0,6	1	0,16	0,096	96		
		3	10	0,1	0,5	1	0,1	0,05	50		
Fecha: 30/01/2020	MUESTREO 7										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM

Inicio de la cuenca media	2,3	1	16	0,16	0,3	1,15	0,184	0,0552	55,2	106,95	809061 - 35026
		2	15	0,15	0,3	1,15	0,1725	0,05175	51,75		
Antes del poblado	3	1	19	0,19	0,5	1	0,19	0,095	95	395	808798 - 34982
		2	20	0,2	0,5	1	0,2	0,1	100		
		3	25	0,25	0,8	1	0,25	0,2	200		
En el poblado	1,5	1	16	0,16	0,4	0,75	0,12	0,048	48	137,25	808663 - 35088
		2	17	0,17	0,7	0,75	0,1275	0,08925	89,25		
Después del poblado	3	1	28	0,28	0,8	1	0,28	0,224	224	574	809790 - 34620
		2	25	0,25	0,7	1	0,25	0,175	175		
		3	25	0,25	0,7	1	0,25	0,175	175		
Fin de la cuenca media	3	1	15	0,15	0,7	1	0,15	0,105	105	245	808588 - 35240
		2	14	0,14	0,5	1	0,14	0,07	70		
		3	14	0,14	0,5	1	0,14	0,07	70		
Fecha: 13/02/2020	MUESTREO 8										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio de la cuenca media	2,3	1	16	0,16	0,4	1,15	0,184	0,0736	73,6	142,6	809061 - 35026
		2	15	0,15	0,4	1,15	0,1725	0,069	69		
Antes del poblado	3,2	1	17	0,17	0,6	1,1	0,187	0,1122	112,2	355,8	808798 - 34982
		2	22	0,22	0,6	1,05	0,231	0,1386	138,6		
		3	20	0,16	0,5	1,05	0,21	0,105	105		
En el poblado	1,5	1	16	0,16	0,5	0,75	0,12	0,06	60	108	808663 - 35088
		2	16	0,17	0,4	0,75	0,12	0,048	48		
Después del poblado	3,2	1	24	0,24	0,6	1,1	0,264	0,1584	158,4	505,95	809790 - 34620
		2	24	0,24	0,9	1,05	0,252	0,2268	226,8		

		3	23	0,23	0,5	1,05	0,2415	0,12075	120,75		
Fin de la cuenca media	3,6	1	18	0,18	0,8	1,2	0,216	0,1728	172,8	548,4	808588 - 35240
		2	20	0,2	0,9	1,2	0,24	0,216	216		
		3	19	0,19	0,7	1,2	0,228	0,1596	159,6		
Fecha: 27/02/2020	MUESTREO 9										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Inicio de la cuenca media	2,3	1	16	0,16	0,4	1,15	0,184	0,0736	73,6	125,35	809061 - 35026
		2	15	0,15	0,3	1,15	0,1725	0,05175	51,75		
Antes del poblado	3,2	1	17	0,17	0,5	1	0,17	0,085	85	305	808798 - 34982
		2	19	0,19	0,5	1,1	0,209	0,1045	104,5		
		3	21	0,21	0,5	1,1	0,231	0,1155	115,5		
En el poblado	1,5	1	15	0,15	0,6	0,75	0,1125	0,0675	67,5	118,5	808663 - 35088
		2	17	0,17	0,4	0,75	0,1275	0,051	51		
Después del poblado	3	1	24	0,24	0,5	1	0,24	0,12	120	444	809790 - 34620
		2	27	0,27	0,7	1	0,27	0,189	189		
		3	27	0,27	0,5	1	0,27	0,135	135		
Fin de la cuenca media	2,8	1	18	0,18	0,6	0,93	0,1674	0,10044	100,44	335,73	808588 - 35240
		2	20	0,2	0,6	0,93	0,186	0,1116	111,6		
		3	19	0,19	0,7	0,93	0,1767	0,12369	123,69		

Anexo 5

Datos de la medición de caudal de la cuenca baja

CUENCA BAJA											
Fecha: 7/11/2019	MUESTREO 1										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5	1	18	0,18	0,7	1	0,18	0,126	126	1014	806971- 36306
		2	27	0,27	0,8	1	0,27	0,216	216		
		3	28	0,28	1	1	0,28	0,28	280		
		4	28	0,28	0,8	1	0,28	0,224	224		
		5	21	0,21	0,8	1	0,21	0,168	168		
Fecha: 21/11/2019	MUESTREO 2										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5	1	17	0,17	0,8	1	0,17	0,136	136	1057	806971- 36306
		2	26	0,26	1	1	0,26	0,26	260		
		3	26	0,26	1	1	0,26	0,26	260		
		4	25	0,25	0,9	1	0,25	0,225	225		
		5	22	0,22	0,8	1	0,22	0,176	176		
Fecha: 04/12/2019	MUESTREO 3										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	4,7	1	14	0,14	0,7	1,15	0,161	0,1127	112,7	529	806971- 36306
		2	17	0,17	0,8	1,15	0,1955	0,1564	156,4		
		3	17	0,17	0,8	1,15	0,1955	0,1564	156,4		
		4	15	0,15	0,6	1,15	0,1725	0,1035	103,5		
Fecha: 13/12/2019	MUESTREO 4										

Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5	1	18	0,18	0,8	1	0,18	0,144	144	894	806971- 36306
		2	24	0,24	0,9	0,5	0,12	0,108	108		
		3	25	0,25	1	1	0,25	0,25	250		
		4	24	0,24	1	1	0,24	0,24	240		
		5	19	0,19	0,8	1	0,19	0,152	152		
Fecha: 09/01/2020	MUESTREO 5										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5,17	1	20	0,2	0,8	1,17	0,234	0,1872	187,2	971,2	806971- 36306
		2	24	0,24	0,8	1	0,24	0,192	192		
		3	26	0,26	1	1	0,26	0,26	260		
		4	24	0,24	0,8	1	0,24	0,192	192		
		5	20	0,2	0,7	1	0,2	0,14	140		
Fecha: 16/01/2020	MUESTREO 6										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5	1	18	0,18	0,8	1	0,18	0,144	144	942	806971- 36306
		2	22	0,22	0,9	1	0,22	0,198	198		
		3	22	0,22	0,9	1	0,22	0,198	198		
		4	25	0,25	1	1	0,25	0,25	250		
		5	19	0,19	0,8	1	0,19	0,152	152		
Fecha: 30/01/2020	MUESTREO 7										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5,1	1	20	0,2	0,8	1	0,2	0,16	160	925,5	806971- 36306
		2	24	0,24	0,8	1	0,24	0,192	192		
		3	25	0,25	0,8	1	0,25	0,2	200		
		4	25	0,25	0,9	1,1	0,275	0,2475	247,5		
		5	18	0,18	0,7	1	0,18	0,126	126		

Fecha:	MUESTREO										
13/02/2020	8										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5,1	1	18	0,18	0,7	1	0,18	0,126	126	869,6	806971- 36306
		2	22	0,22	0,7	1	0,22	0,154	154		
		3	24	0,24	0,8	1	0,24	0,192	192		
		4	24	0,24	0,9	1,1	0,264	0,2376	237,6		
		5	20	0,2	0,8	1	0,2	0,16	160		
Fecha:	MUESTREO										
27/02/2020	9										
Sitio	Ancho del cauce (m)	N° de lecturas	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Velocidad (m3/s)	Secciones (m)	Área (m2)	Caudal m3/s)	Caudal (L/s)	Total (L/s)	Coordenadas UTM
Fin cuenca	5	1	19	0,19	0,7	1	0,19	0,133	133	813	806971- 36306
		2	20	0,2	0,6	1	0,2	0,12	120		
		3	25	0,25	0,8	1	0,25	0,2	200		
		4	24	0,24	0,8	1	0,24	0,192	192		
		5	21	0,21	0,8	1	0,21	0,168	168		

ANEXO 6

Registro fotográfico del proceso de levantamiento de información del proyecto.



Figura 19. Medición de caudal en la cuenca alta - método área velocidad



Figura 20. Visita técnica con los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental de la PUCE-SI



Figura 21. Vista aérea de una zona de la quebrada en la cuenca media



Figura 22. Aumento de caudal en temporada de lluvia en la cuenca media



Figura 23. Botadero de escombros en el inicio de la cuenca

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Hampel, H., Gonzales, H., Mosquera, P., Sotomayor, G., & Galarza, X. (2014). *Protocolo de evaluación de la calidad biológica de los ríos de la región austral del Ecuador*. Cuenca: s/d.
- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2008). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Asociación Ibérica de Limnología*.
- Aguirre, N., Torres, J., & Velasco-Linares, P. (2013). *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana*. Quito.
- Alexandrov, B., Boltachev, A., Kharchenko, T., Lyashenko, A., Son, M., & Tsarenko, P. Z. (2010). *Tendencia de las invasiones de especies exóticas*. Ucrania.
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Quito.
- Baltic Marine Biologists database on Non-indigenous Estuarine and Marine Organisms. (2006). *Conservación y manejo de la fauna silvestre en Latinoamérica*. Lima.
- Barrantes, G. (2005). *El estado de las aguas continentales en Costa Rica*. Costa Rica.
- Barrera, J. (2009). *Evaluación del estado de la vegetación en parcelas experimentales con aplicación de biosólidos en diferente proporción*. Bogotá.
- Belmont, M., & Metcalfe, C. (2002). CAPITULO 25 - Contaminación del agua en la cuenca del río Texcoco, México. En S. Mercure, W. William, & T. Whillans, *Gestión Integral de Cuencas y Asentamientos Humanos* (págs. 273-274). México: Abya-Yala.
- Bofill, S., Casares, P., Gimenez, N., & Maluquer, C. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *SciELO*.
- Booth, D., & Fischenich, C. (2015). *A channel evolution model to guide sustainable urban stream restoration: An urban channel evolution model*. USA: University of California.
- Braccia, A., & Voshell, J. (2006). *Fauna macroinvertebrada bentónica en pequeños arroyos utilizados por el ganado en las montañas Blue Ridge*. Virginia del Norte.
- Cano, I., & Zamudio, N. (2007). *Recuperar lo nuestro: Una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria en predio del embalse de Chisacá*. Bogotá.
- Castro, M. (2017). *Deterioro ambiental: Causas, consecuencias y soluciones*. Mexico.
- Celi, N. (2016). *Metodología analítica para recuperar quebradas según el entorno urbano*. Quito.

- Codigo Organico del Ambiente (COA). (2017). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. Ecuador.
- COOTAD . (2012). *Código Orgánico de Organización Territorial , Autonomía y Descentralización* . Ecuador .
- Coporaación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2018). *Caudales específicos para las cuencas en el Departamento del Valle del Cauca*. Santiago de Chile.
- Coral, A. (2015). *PLANEAMIENTO Y ANÁLISIS INTEGRAL DEL PAISAJE DE LA "CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BUENAVISTA" PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR* . Manabí.
- Cotler, H. (2004). El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas. En M. Maas, & H. Cotler, *El manejo integral de cuenca en México* (pág. 46). México: Raúl Marcó del Pont Lalli.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hidricos superficiales*. Peru.
- Empresa de Telecomunicaciones Agua Potable y Alcantarillado [ETAPA]. (2009). *Diagnóstico de las quebradas de la ciudad de Cuenca - Metodología, síntesis y análisis de resultados de la evaluación*. Cuenca.
- Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento [EPMAPS]. (19 de Marzo de 2011). www.aguaquito.gob.ec. Obtenido de Estudio de saneamiento ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito:
http://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/plan_maestro_alcantarillado.pdf
- FAO. (1997). *Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía*. . Roma.
- FAO. (2005). *CUENCAS FLUVIALES*. Obtenido de EFECTOS QUE TIENEN EN LAS PESQUERIAS OTROS USOS DE LA CUENCA HIDROLOGICA: <http://www.fao.org/3/x6853s/X6853S05.htm>
- GAD Antonio Ante. (2015). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL* . Atuntaqui .
- GAD Antonio Ante. (2016). *PRIMERA REFORMA DE LA ORDENANZA QUE REGULA LA EJECUCION DE PROYECTOS DE FRACCIONAMIENTO*. Antonio Ante.
- GAD Parroquial San Roque. (2014). *Plan de ordenamiento territorial 2014 - 2017*. Ecuador.
- Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante . (2014). *Antonio Ante - Ubicación ; información general* . Obtenido de <http://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/canton/informacion-general>
- Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante [GADMAA]. (2004). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Atuntaqui.

- Hampet, H., Sotomayor, G., & Mosquera, P. (2014). *Protocolo de evaluación de la integridad ecológica de los ríos de la región austral del Ecuador*. Cuenca.
- Henry, J., & Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental 2da Edición*. Mexico: Hispanoamericana S.A.
- Hughes, Robert, Dunham, S., Maas-Herbner, K., Yeakley, A., Schreck, C., . . . Shaeffer, J. (2014). Revisión de enfoques y retos en el estudio de cuerpo de agua urbanos: (1) rehabilitación y remediación. *Fisheries*, 19-20.
- Instituto Espacial Ecuatoriano . (2014). *CLIMA E HIDROLOGIA CANTÓN ANTONIO ANTE* . Antonio Ante.
- Kocasoy, A., Mutlu, H., & Alagoz, A. (2008). *Prevention of marine environment pollution at the tourism regions by the application of a simple method for the domestic wastewater*. Rusia .
- Larrea, F. (2018). *Propuesta de manejo de residuos sólidos de la quebrada del Río Monjas de a parroquia San Antonio de Pichincha*. Quito.
- Ley de Recursos Hídricos . (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua* . Quito .
- Loaiza, E. (2009). *Diagnostico de contaminacion de agua en la quebrada camaronera, parque nacional Manuel Antonio, area de conservacion Pacifico Central, MINAET, COSTA RICA*. Costa Rica.
- Loiza, E. (2005). *Diagnóstico de contaminación de agua en la quebrada camaronera, parque nacional Manuel Antonio, área de conservación pacífico central, MINAET, Costa Rica*. Costa Rica.
- Lombard, M. (2014). *Construcción de lugares ordinarios: Creación de espacios en asentamientos urbanos informales en México*. México.
- Marleo, E. (6 de Junio de 2015). *Ingeniería Ambiental.com*. Obtenido de Ingeniería Ambiental: www.ingenieroambiental.com
- Martínez, J., Díaz, G., Trejo, S., Pérez, M., & Vásquez, V. (2013). Diagnóstico de la microcuenca Río Yuqueza en la comunidad de San Lorenzo Albarradas, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1212.
- Mercure, S., William, W., & Whillans, T. (2002). *Gestión Integral de Cuencas y Asentamientos Humanos*. Quito: Abya-Yala .
- Milovanovic, M. (2007). Calidad del agua en sondas de contaminación.
- Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2020). *Estrategia Nacional para la Recuperación de Cuencas Urbanas*. Costa Rica.

- Monserrat, D. (2017). *ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACION DE QUEBRADAS EN CENTROS URBANOS DE CIUDADES ANDINAS, CASO DE ESTUDIO : AZOGUES - ECUADOR*. CUENCA - ECUADOR .
- Munné, A., Solá, C., Rieradevall, M., & Prat, N. (1998). *Metodo de evaluación de la calidad del ecosistema de ribera*. Barcelona.
- Organización de la Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Estados Unidos.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (1979). *Liquid flow measurement in open channels: velocity-area methods*. Ginebra.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2004). *Calidad del agua potable en Costa Rica*. Costa Rica.
- Pardo, I., Alvarez, J., Casas, J., Moreno, S., Bonada, J., Alba, P. J., . . . Toro, M. (2002). *El habitat de los ríos mediterraneos. Diseño de un indice de diversidad de habitat Limnetica*. España.
- Pardo, I., Alvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., . . . Vidal-Abarca, M. R. (2002). *El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Asociación Ibérica de Limnología*.
- Pedraza, P., & Yáñez, M. (2008). *Proceso de paisaje para el sistema de quebradas cordilleranas de la región metropolitana*. Chile.
- Pérez, E., & García, M. d. (2003). *Evolución del paisaje en la cuena baja del río Jarama*. Madrid.
- Pino, A. (2015). *Quebradas de Valparaíso: memoria social autoconstruida*. Chile.
- Puebla, R., Salinas, E., & Acevedo, P. (2011). *La determinacion de los conflictos de uso del territorio: Cuenca Alta del Río Cauto. Cuba*. Cuba.
- Quintero, E. (2007). *Estrategias para el manejo ambiental de la quebrada Santa Isabel en su cuenca media-alta, dosquebradas, PRN El Nudo* . Pereira .
- Roni, P., Beechie, T., Bilby, R., Leonetti, F., Pollock, M., & Pess, G. (2002). *Técnicas de restauración de corrientes y estrategia jerárquica para dar prioridad a la restauración en cuencas hidrográficas occidentales del Pacífico. Fisheries*, 5-7.
- Salto, K. (2016). *Evaluación física, química y biológica de la calidad de agua de la quebrada Tumbibiche y Yanayacu, mediante el índice de calidad de agua ICA propuesto por Brown*. Ecuador.
- Sarmiento, J. (1998). *Introducción al manejo de cuencas hidrograficas*. Bogota: Universidad Santo Tomas - USTA.

- Secretaría de Ambiente Quito. (2015). *Quito ambiente*. Obtenido de Quebradas:
<http://www.quitoambiente.gob.ec/>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2017). *Plan nacional del desarrollo 2017 - 2021*. Quito.
- Society for Ecological Restoration International [SERI]. (16 de 06 de 2004). *Principios de SERI*. Obtenido de www.ser.org
- Torres, N. (2010). *Recuperación y Mantenimiento de la Quebrada San Bruno*. Bogotá, D.C.
- TULAS. (2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente*. Ecuador .
- Universidad Técnica del Norte [UTN]. (2016). *Línea de investigación*. Ibarra.
- Vargas, O. (2012). *PASOS FUNDAMENTALES EN LA RESTAURACION ECOLOGICA* . Colombia.
- Worschitz, R. (s/f). *Topografía e Hidrología*. s/d.
- Zabala, J. (2016). *Cálculo de caudal máximo de creciente en las quebradas Honda, Horca Negra, Molinos que desemboca en el río Somondoco, municipio de Almeida, Departamento de Boyacá*. Bogotá.
- Zhou, T., Ren, W., Peng, S., & Liang, L. R. (2014). *A riverscape transect approach to studying and restoring river systems: A case study from southern China*. China.