



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS
GENÉTICOS**

TEMA:

**PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA QUEBRADA
CARAPUNGO DE QUITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Biodiversidad y Recursos Genéticos.

Autor(a)

Celi Zambrano Orzay Javier

Tutor(a)

Ph.D. Salazar Cotugno Laura Ines

QUITO - ECUADOR

2022

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Orzay Javier Celi Zambrano declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Propuesta de restauración ecológica de la Quebrada Carapungo de Quito”, como requisito para optar al grado de Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito a los 8 días del mes de abril de 2022, firmo conforme:

Autor: Orzay Javier Celi Zambrano

Firma:



Número de Cédula: 1723463293

Dirección: Pichincha, Quito, Calderón, Conjunto Bosques de San Camilo.

Correo electrónico: javiiorzay@outlook.es

Teléfono: 0995503996

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA QUEBRADA CARAPUNGO DE QUITO” presentado por Orzay Javier Celi Zambrano, para optar por el Título Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 8 de abril de 2022

Ph.D. Laura Ines Salazar Cotugno

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 8 de abril de 2022



Orzay Javier Celi Zambrano

1723463293

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA QUEBRADA CARAPUNGO DE QUITO previo a la obtención del Título de Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 8 de abril de 2022

Dr. Santiago Patricio Bonilla Bedoya

LECTOR 1

Ph. D. Ibon Tobes Sesma

LECTOR 2

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis dedico a mi familia Orzay, Jenny, Daniel, Ricardo y Amy que sin duda alguna son y siempre serán una parte esencial en mi vida.

Así mismo, dedico de manera muy especial a mi padre por ser mi maestro en la vida, por los sabios consejos, las lindas experiencias que quedaron plasmadas en mi mente, por el amor caluroso de padre que siempre quedará presente y el esfuerzo que hiciste para verme convertido en la persona que hoy en día soy.

A mi madre a quien amo mucho, por todo el esfuerzo, cariño, paciencia, amor y apoyo incondicional hacia mí.

AGRADECIMIENTO

Se dice que dar las gracias es justo y necesario... yo creo que es mucho más que esto.

Creo que damos las gracias porque sentimos necesidad de exteriorizar un profundo sentimiento de amistad y retribución inmaterial hacia aquella persona que hemos encontrado en nuestras vidas, que confía en nosotros, que nos respeta, que nos ayuda a ser conscientes de nuestros fallos y al mismo tiempo que está junto a nosotros para apoyarnos.

Agradezco a los docentes de la Facultad de ciencias del Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica Indoamérica por haber compartido sus experiencias y conocimientos a lo largo de la carrera.

Agradezco de manera muy especial a mi tutora Ph.D. Laura Salazar, quien con su apoyo incondicional y paciencia supo guiarme desde el inicio en el proceso de titulación. A quien le deseo de todo corazón muchos éxitos en su vida personal y profesional.

A mis amigos y compañeros de la facultad por compartir risas, consejos y experiencias a lo largo de la carrera.

Así mismo, agradezco a Karen quien se ha convertido en un apoyo incondicional y parte importante en mi vida. Persona que ha estado, y siempre estará en los momentos buenos y malos. Persona que me impulsa a ser mejor en el ámbito personal y profesional. Gracias por ser la persona quien aporta significativamente en mi vida,

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problemática	3
1.3. Necesidad de Restauración / Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
2. METODOLOGÍA	7
2.1. Área de intervención	7
2.2. Potencial apoyo de los residentes.....	7
2.3. Factores antrópicos.....	8
2.4. Guía de restauración ecológica	9
2.5. Cronograma	10
2.6. Presupuesto para el proyecto	11
3. RESULTADOS ESPERADOS	13
3.1. Potencial interés/apoyo de los residentes	13
3.2. Factores antrópicos.....	13
3.3. Guía de restauración ecológica	16
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5. LITERATURA CITADA	41

ANEXOS	47
---------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Quebrada Carapungo	7
Figura 2. Número de personas dispuestas en colaborar en actividades relacionadas con la restauración ecológica de la quebrada	13
Figura 3. Basura en el borde sur de la quebrada	14
Figura 4. Escombros en el borde norte de la quebrada	15
Figura 5. Aguas residuales del Sector San José de Moran, que desemboca en la Quebrada Carapungo	16
Figura 6. Bloque de 30x30cm, con una profundidad de 20cm	19
Figura 7. Separación de terrones según su tamaño	20
Figura 8. pH del suelo	21
Figura 9. Diseño de transectos y subparcelas para matorral	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Artículos con información de guías o pasos para una buena restauración ecológica	9
Tabla 2. Cronograma de actividades en base a la guía de restauración ecológica.....	10
Tabla 3. Presupuesto para la restauración de la Quebrada Carapungo	11
Tabla 4. Macroinvertebrados acuáticos, indicadores de aguas estancadas y de baja calidad (Orden Díptera).....	23
Tabla 5. Macroinvertebrados acuáticos, indicadores de aguas de buena calidad	24
Tabla 6 Escala de Braun-Blanquet para medir la densidad y frecuencia de la vegetación.	27
Tabla 7. Vegetación más común en las quebradas del Distrito Metropolitano de Quito	30

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMERICA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS

**TEMA: PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA QUEBRADA
CARAPUNGO DE QUITO**

AUTOR: ORZAY JAVIER CELI ZAMBRANO

TUTOR: Ph.D. LAURA INES SALAZAR COTUGNO

RESUMEN

A nivel mundial, los ecosistemas naturales dentro de zonas urbanas son lugares de alta vulnerabilidad por las actividades antrópicas y el crecimiento exponencial de la población humana, causando degradación y disminución de la biodiversidad. Además, estos impactos negativos generan pérdidas de los servicios ecosistémicos tales como regulación, provisión, cultural y de soporte, evitando que el ecosistema se recupere naturalmente y sea necesaria una restauración asistida. Por tal motivo, la restauración ecológica es una alternativa viable para recuperar ecosistemas degradados, servicios ecosistémicos y la biodiversidad.

La finalidad de este trabajo es una propuesta de restauración ecológica de la Quebrada Carapungo, sitio en el que se ha identificado principalmente dos problemas antrópicos (basura y aguas residuales) que perjudican a los moradores del sector y reducen varios de los servicios ecosistémicos que brinda la quebrada. Esta guía de restauración ecológica establece lineamientos paso a paso para una buena restauración y se basó en dos trabajos los cuales fueron adaptados al área de intervención.

DESCRIPCIÓN: Restauración ecológica, servicios ecosistémicos, Quebrada Carapungo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMERICA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS

**THEME: PROPOSAL FOR ECOLOGICAL RESTORATION OF THE
CARAPUNGO RAVINE IN QUITO**

AUTHOR: ORZAY JAVIER CELI ZAMBRANO

TUTOR: Ph.D. LAURA INES SALAZAR COTUGNO

ABSTRACT

Worldwide, natural ecosystems within urban areas are places of high vulnerability due to human activities and the exponential growth of the human population, causing degradation and reduction of biodiversity. In addition, these negative impacts generate losses of ecosystem services such as regulation, provision, cultural and support, preventing the ecosystem from recovering naturally and requiring assisted restoration. For this reason, ecological restoration is a viable alternative to recover degraded ecosystems, ecosystem services and biodiversity.

The purpose of this work is a proposal for the ecological restoration of the Carapungo Ravine, a site where two anthropic problems (garbage and wastewater) have been identified that harm the inhabitants of the sector and reduce several of the ecosystem services provided by the ravine. This ecological restoration guide establishes step-by-step guidelines for a good restoration and was based on two works which were adapted to the intervention area.

DESCRIPTIONS: Carapungo Ravine, ecological restoration, ecosystem services.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los ecosistemas, a nivel mundial, han sido alterados afectando los procesos ecológicos y la biodiversidad (Gann y Lamb, 2012). La degradación y destrucción de los ecosistemas, por actividades antrópicas (i.e. minería, agropecuarias, expansión urbana y rural), han provocado una aceleración en la pérdida de servicios ecosistémicos que estos proveen (Gann y Lamb, 2012). Existen cuatro tipos de servicios ecosistémicos los cuales son: 1) Servicios de abastecimiento: estos son productos que las personas pueden obtener del ecosistema como por ejemplo alimentos, materia prima, fibras, agua, medicina y muchos más. 2) Servicios de regulación: servicios que se encargan de regular los procesos del ecosistema como por ejemplo regulación del clima, la calidad del agua, erosiones, inundaciones, pérdida del suelo, polinización, control de enfermedades, entre otros. 3) Servicios culturales: son servicios intangibles que nos ofrece el ecosistema como la cosmovisión, identidad cultural, ecoturismo, espiritual, estético, recreativo y sentido de pertenencia. 4) Servicios de soporte: servicios que sustentan al resto de servicios ecosistémicos (Ríos, 2011; Balvanera, 2012; Camacho y Ruiz, 2012). Hoy en día no solo basta con conservar áreas protegidas o representativas, también es necesario aprender a restaurar a nivel regional, de paisajes, ecosistemas, zonas urbanas y rurales, poblaciones de flora y fauna, quebradas, etc., para garantizar la disponibilidad de servicios ecosistémicos. Por tal motivo, la conservación y restauración ecológica se han convertido en componentes esenciales de procesos de manejo de los ecosistemas a nivel mundial, mitigando procesos de degradación y ayudando a reducir la pérdida de biodiversidad (Ríos, 2011).

La ecología urbana (EU) es una ciencia emergente que está tomando importancia cada vez más en el mundo científico (Gutiérrez y Benavides, 2012). La EU es una disciplina ecológica, que se encarga de estudiar las relaciones entre el ser humano y ecosistema o zona urbana (Douglas y Philip, 2014).

Normalmente, las personas dentro de las zonas urbanas tienden la percepción de que las quebradas son una fuente de malos olores y animales poco deseables como por ejemplo ratas. Según Semina et al., (2019), las quebradas son consideradas como corredores ecológicos importantes dentro de las zonas urbanas. En este caso, la función principal de las quebradas es proporcionar hábitat en lugar de actuar como conectores de hábitats (Ignatieva et al., 2011; Peng et al., 2017). Sin embargo, muchos de estas quebradas han sido descuidadas y abandonadas, debido a que por sus características topográficas (pendientes pronunciadas) son áreas no aptas para el aprovechamiento de las mismas. Mucho de los casos las personas no reconocen los beneficios e importancia que las quebradas nos brindan, ya que de estos ecosistemas podemos obtener servicios de suministro como alimentos, servicios culturales (i.e. recreativo) o servicios de regulación que, valga la redundancia, regulan la calidad de agua o enfermedades (Gutiérrez y Benavides, 2012). Por tal motivo es fundamental cuidar dichos espacios verdes, para no desaprovechar los amplios beneficios que nos trae a nivel ambiental y humano.

Aquí cabe mencionar que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en sus leyes de Patrimonio Natural establece la integración, conectividad, mantenimiento, recuperación y rehabilitación de espacios naturales, cuyo objetivo es disminuir los impactos generados por el hombre (Argüello et al., 2012).

1.2. Problemática

Con el pasar de los años, las quebradas se han convertido en focos de contaminación ambiental a nivel mundial (convirtiéndose en zonas de acumulación permanentes de desechos), perdiendo gradualmente servicios ecosistémicos dentro de las mismas; además de problemas graves a la salud en las personas (Gutiérrez y Benavides, 2012; Lalama, 2015; Semina et al., 2019). Si bien es cierto que las autoridades pertinentes han realizado diversas actividades para mitigar esta problemática en el DMQ, y recuperar estos espacios verdes (junto con las funciones ecológicas), lastimosamente no existe un monitoreo constante en algunas zonas intervenidas; o simplemente son olvidadas (falta de mantenimiento).

Uno de los problemas que presenta el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), es sin duda la contaminación ambiental en quebradas por residuos sólidos y líquidos (basura); siendo el segundo problema de contaminación en el DMQ (según la Secretaria del Ambiente) (MDMQ, 2011; Lalama, 2015). Estos problemas pueden emerger por ciertos factores como la falta de buenos hábitos de los ciudadanos (al desechar sus residuos), y de igual manera la mala gestión por parte del Municipio de Quito. Se estima que en la ciudad de Quito, diariamente se genera un aproximado de 1800 toneladas de basura; lo que equivaldría a 0.8kg diarios por persona (MDMQ, 2011).

Una problemática totalmente visible dentro de la Quebrada Carapungo es la contaminación por residuos sólidos, (tanto dentro, como en los bordes de la quebrada) en su mayoría por bolsas y botellas plásticas, seguido de botellas de vidrio, productos de aseo personal, escombros de construcción, llantas, y muebles de todo tipo. Por tal razón se busca

retirar todos estos residuos con el apoyo de la Secretaria del Ambiente, Municipio de Quito, EMASEO, EMOP, EMPAS, cuerpo de bomberos, unidad y búsqueda de rescate, e incluyendo la ayuda de los moradores cercanos a la quebrada.

Asimismo, la falta de cobertura vegetal también puede ser un potencial riesgo para los residentes que están cerca o en los bordes de las quebradas del DMQ. Esta falta de cobertura (además de las precipitaciones) pueden generar deslizamientos de tierra; y con ello el arrastre de sedimentos hacia cuerpos de agua (Argüello, et al., 2012). La presencia de vegetación ayuda a retener gran parte de los sedimentos (por medio de sus raíces) evitando el derrumbe progresivo en las quebradas; y de igual manera ayuda a mitigar la erosión del suelo (Salazar et al., 2011; Ramírez et al., 2014).

En la Quebrada Carapungo, también presenta una carencia de vegetación en ciertos puntos de la misma. Esto es un gran riesgo para los moradores debido a que existe la posibilidad que una pequeña parte de las calles contiguas a la quebrada puedan ceder, y de igual manera, algunas casas que están presentes en los bordes de la quebrada. En base a lo dicho, es necesario identificar especies (flora) presentes dentro de la quebrada, de tal forma que elementos técnicos (Secretaría del Ambiente) puedan proceder a la revegetación de las zonas que carecen de dicha cobertura vegetal.

Así mismo, otro problema dentro de las quebradas del DMQ es la presencia de aguas residuales que transitan por las mismas, ya que son fuentes de contaminación a nivel ambiental y social (salud) (Gómez, 2020). El DMQ carece de un buen sistema de tratamientos de aguas residuales. Por tal motivo, estas aguas contaminadas son depositadas directamente en

quebradas y ríos; que finalmente desembocan en cuerpos de agua más grandes (Gómez, 2020; MDMQ, 2011).

Lamentablemente, la Quebrada Carapungo tampoco está exenta de la contaminación por aguas residuales. Esto es un problema que puede generar malestar entre los residentes, como pueden ser los malos olores y enfermedades que esto puede provocar. Por tal motivo, se plantea la necesidad de la construcción, a largo plazo, de una planta de tratamiento de aguas residuales en el sector de Calderón. Y de esta manera, ayudar a eliminar malos olores y a reducir la carga de contaminantes y sedimentos que va a parar al Río Guayllabamba; el cual desemboca en el Océano Pacífico.

1.3. Necesidad de Restauración / Justificación

La necesidad de restaurar la Quebrada Carapungo surge por los problemas ambientales y sociales ya explicados anteriormente. Además, es importante recuperar los servicios ecosistémicos de la Quebrada Carapungo, ya que este ecosistema provee de recursos medicinales, alimenticios, (servicios de abastecimiento), además de proporcionar servicios culturales como recreacional, espiritual y sentido de pertenencia. También es fundamental recuperar servicios de regulación, sobre todo de la calidad del agua y erosión del suelo. Por tanto, esta propuesta de restauración ecológica pretende mitigar los impactos antrópicos, y de esta manera, recuperar dichos servicios ecosistémicos; asimismo, ayudar a los moradores aledaños a la quebrada con problemas relacionados a derrumbe en los bordes, mitigar olores producidos por aguas residuales y recuperar espacios de recreación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar una propuesta de restauración ecológica para recuperar los servicios ecosistémicos de la Quebrada Carapungo, generando un hábitat adecuado para la fauna y flora del lugar; y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el interés y el potencial apoyo de los residentes cercanos a la quebrada.
- Identificar factores antrópicos que afecten a la Quebrada Carapungo.
- Desarrollar una guía de restauración ecológica para la Quebrada Carapungo.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de intervención

La Quebrada Carapungo está ubicada en la provincia de pichincha, en el cantón Quito, parroquia rural Calderón, sector Macarena, barrio Los Rosales. Sus coordenadas geográficas son: Latitud $-0,083723$ y Longitud $-78,445642$, con una altitud de 2.654 msnm y un área de 21.800 m^2 (Figura 1).

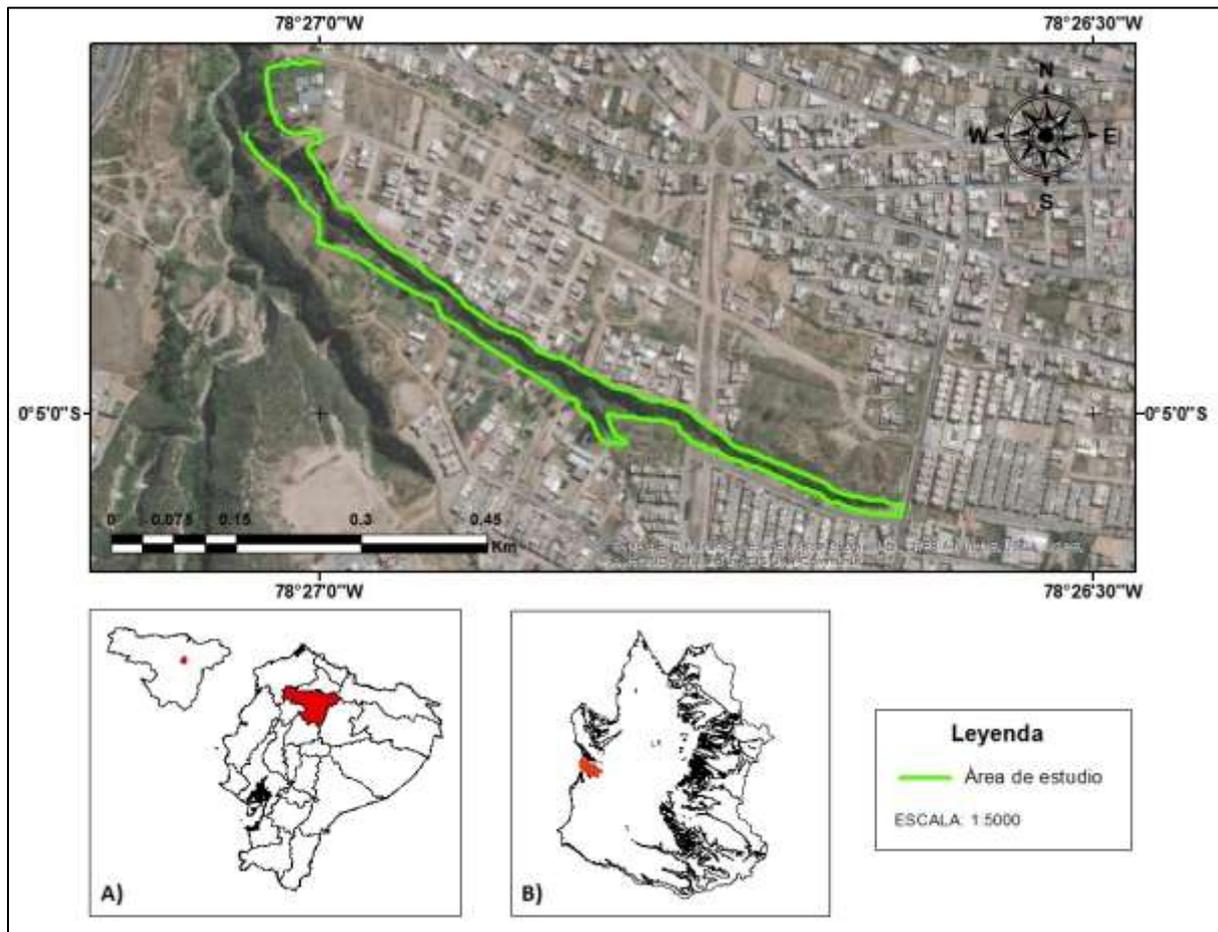


Figura 1. Quebrada Carapungo, sector Macarena, Barrio Los Rosales. A) Provincia de Pichincha B) Parroquia Calderón (Carapungo).

2.2. Potencial apoyo de los residentes

Para determinar el interés de los residentes, con respecto a la restauración de la Quebrada Carapungo, se realizará encuestas a personas al azar que transiten por las calles aledañas a la quebrada. La encuesta consiste de cinco preguntas de opción múltiple (Anexo 1). Sin embargo, la pregunta número cuatro es con la que se sabrá el interés y apoyo de las personas encuestadas, con respecto a la mitigación de los problemas ambientales y sociales que presenta el sitio de estudio. Esta metodología ayudará a evaluar cuantitativamente el número de personas interesadas en colaborar en la restauración de la quebrada. Es necesario destacar que las otras preguntas son para determinar si los usuarios tienen conocimiento sobre los problemas que presenta la quebrada.

Al finalizar la actividad, se tratará de dar a conocer a las personas encuestadas sobre los beneficios ambientales (servicios ecosistémicos) que nos puede ofrecer la quebrada Carapungo; los cuales están detallados en la introducción.

2.3. Factores antrópicos

Para determinar los problemas antrópicos que presenta la Quebrada Carapungo, serán evaluados en dos fases. El primer paso consiste en realizar entrevistas a los residentes, preguntándoles sobre problemas ambientales o sociales que puedan percibir dentro del ecosistema. Asimismo, se preguntará cuál de los problemas identificados es el que requiere de una restauración inmediata dentro del área de estudio. Como segundo paso, se realizará un recorrido a lo largo de la quebrada y se procederá a tomar evidencias fotográficas para corroborar la información dada por los habitantes del sector Macarena, barrio Los Rosales.

De igual forma, se recomienda (una vez en marcha la propuesta) realizar mapeos participativos los cuales permitirán identificar problemas relacionados con actividades antrópicas y ambientales, desafíos y zonas claves o importantes para la restauración (revegetación),

2.4. Guía de restauración ecológica

Para elaborar una guía detallada de RE para la quebrada, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva (Tabla 1), donde se analizaron varias guías de restauración, de las cuales para esta propuesta se eligió los trabajos de Proaño y Duarte (2018) y Ríos (2011). Se eligió ambos trabajos porque son los más actuales, más detallados y se puede adaptar al sitio de estudio de la propuesta.

Tabla 1. Artículos con información de guías o pasos para una buena restauración ecológica

Referencia	Título del artículo
Aguirre et al., 2013	Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana.
Aguilar et al., 2015	Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres.
Proaño y Duarte, 2018	Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación.

Ríos, 2011	Restauración ecológica: biodiversidad y conservación.
Vargas et al., 2007	Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino.
Vargas et al., 2012	Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia.

2.5. Cronograma

Para realizar el cronograma de actividades de la propuesta, se basará en la guía de restauración ecológica de la Quebrada Carapungo el cual se lo realizará en campo. El tiempo establecido para cada paso de la guía será de acuerdo a la complejidad o laborioso del mismo.

Tabla 2. Cronograma de actividades en base a la guía de restauración ecológica

AÑO 2023					
MESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
ACTIVIDADES					
Definir el ecosistema de referencia	X				
Evaluar el estado actual del ecosistema	X	X			
Establecimiento de disturbio		X			
Establecimiento de barreras o tensiones		X			

Seleccionar especies adecuadas para la restauración	X		
Propagación y manejo de especies	X	X	X
Selección de sitios	X		
Siembra de especies		X	X
Monitoreo	El monitoreo se realizara a partir de la culminación de la restauración ecológica de la Quebrada Carapungo, el cual tendrá una duración de tres años.		

2.6. Presupuesto para el proyecto

El presupuesto destinado para la restauración ecológica de la quebrada se basará en gastos de material de campo y didáctico, movilización, alimentación y construcción de infraestructura. Además, al presupuesto se le sumará la fase de monitoreo ya que es una parte fundamental para que la propuesta se a viable.

Tabla 3. Presupuesto para la restauración de la Quebrada Carapungo

Propuesta de restauración ecológica de la Quebrada Carapungo	
Potencial apoyo de los residentes	
ACTIVIDADES	COSTOS
Encuestas a los moradores del barrio Los Rosales (materiales, movilización y alimentación)	\$15
Determinación de factores antrópicos	
Evidencias fotográficas preliminares (materiales, movilización y alimentación, alimentación)	\$10
Guía de Restauración Ecológica	
Definir el ecosistema de referencia (materiales, cámaras/celulares, computadora, movilización)	\$150

Evaluar el estado actual del ecosistema (materiales de campo y didácticos, alimentación, equipo de laboratorio)	\$200
Establecer las escalas y jerarquías de disturbio (materiales didácticos, alimentación)	\$30
Establecer las barreras o tensiones para la restauración (materiales didácticos, alimentación)	\$20
Seleccionar especies adecuadas para la restauración (alimentación, fundas, periódicos)	\$ 25
Propagación y manejo de especies (material de construcción, transporte, alimentación, semillas, maquinaria)	\$2.800
Selección de sitios (alimentación, material didáctico)	\$35
Siembra de especies (movilización, alimentación, material de campo)	\$55
Monitoreo (materiales de campo, alimentación, computadoras)	\$ 6.000
TOTAL	\$9.340

3. RESULTADOS ESPERADOS

3.1. Potencial interés/apoyo de los residentes

En base a los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas a los transeúntes (principalmente la pregunta cuatro), se pudo determinar que un 83,72% de los encuestados estarían dispuestos en colaborar en actividades de restauración. Sin embargo, cuando se les explicó sobre los beneficios ecosistémicos que nos brinda la quebrada (al finalizar la encuesta), este porcentaje cambio en un 88,37% (Figura 2). Se realizaron 43 encuestas los días 24, 25 y 26 de enero del 2022, entre las 10h00 y 12h00.

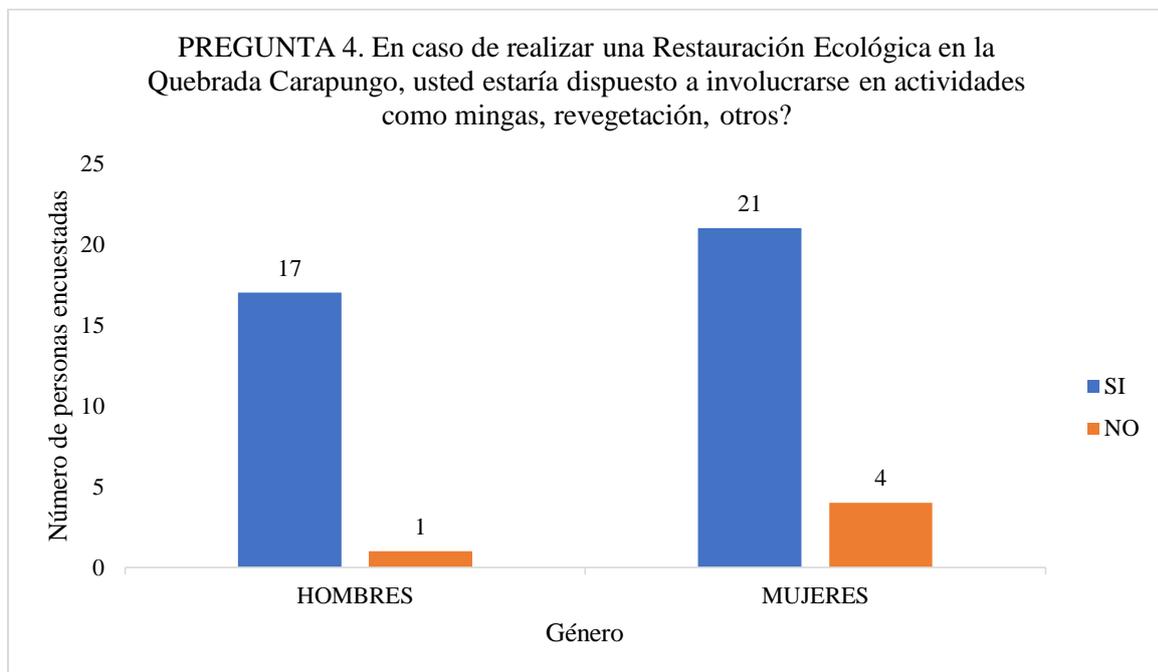


Figura 2. Número de personas dispuestas en colaborar en actividades relacionadas con la restauración ecológica de la quebrada

3.2. Factores antrópicos

A pesar de que las entrevistas se realizarán a futuro, junto con los mapeos participativos, se procedió a tomar evidencias fotográficas preliminares sobre los factores antrópicos que afectan y deterioran la quebrada. Las evidencias fueron fotografiadas los días viernes 28 y sábado 29 de enero del 2022, donde se observó la presencia de dos factores derivados de actividades humanas que están comúnmente presentes en el ecosistema.

3.2.1. Desechos/Basura



Figura 3. Basura en el borde sur de la quebrada

En varios puntos de la quebrada se pudo identificar la presencia de basura, en su mayoría de botellas y fundas plásticas, seguido de botellas de vidrio y escombros (Anexos 2, 3, 4, 5 y 6). Todos estos desechos se los pudo divisar claramente en los bordes y dentro de la quebrada; especialmente en el interior donde reposa la mayor cantidad de basura. Esta problemática surge debido a que las personas que transitan por el lugar no tienen un sitio adecuado para depositar sus desperdicios, por lo que optan por lo más sencillo que es arrojar a

la quebrada. De igual manera se pudo identificar que a diez metros de la quebrada (borde norte) existe la presencia de escombros de construcción (Figura 4); debido al mal estado de la calle y lo poco transitado de esta calle, esta zona se convierte en un lugar vulnerable para arrojar este tipo de desechos.



Figura 4. Escombros en el borde norte de la quebrada

3.2.2. Aguas Residuales

De igual manera se percató que en el interior de la quebrada, existe la presencia de aguas residuales (Figura 5). Dichas aguas no tratadas, son generadas por los habitantes del sector de San José de Morán. Según testimonios de los moradores, manifiestan que cuando hay mucha precipitación (lluvia), el volumen de agua dentro de la quebrada aumenta de tal manera

que se producen pequeños deslizamientos y arrastre de sedimentos; debilitando la base de ambas orillas (especialmente el borde norte).



Figura 5. Aguas residuales del Sector San José de Moran que desemboca en la Quebrada Carapungo

3.3. Guía de restauración ecológica

A continuación, se presenta una guía sobre lineamientos básicos para la restauración de la Quebrada Carapungo. Esta guía puede ser modificada según las necesidades o requerimientos de las metas que se quieren alcanzar.

i. Definir el ecosistema de referencia

El ecosistema de referencia sirve como modelo para plantear un proyecto de restauración ecológica (Ríos, 2011). Este paso consiste en revisar información de distintas

fuentes para determinar las condiciones anteriores a los disturbios (SER, 2004). Debido a que la Quebrada Carapungo carece de estudios ecológicos, se debe realizar los siguientes puntos para establecer el ecosistema de referencia (Ríos, 2011).

- a. Fotografías históricas y recientes. Para ello se debe buscar fotografías terrestres y aéreas previas a los disturbios. Las fotografías terrestres se pueden obtener mediante los mismos moradores, y las fotografías aéreas mediante el Instituto Geográfico Militar del Ecuador para estudiar la transformación de la quebrada.
- b. Descripción ecológica y lista de especies antes de la perturbación. Aquí se buscarán datos en el Sistema de Información de Biodiversidad del Ecuador (SIB) debido a que es una herramienta que gestiona la información relacionada con la administración del Patrimonio Natural del Ecuador.
- c. Revisión de lista de especies de ecosistemas similares. En este paso se debe buscar información en museos y herbarios. Ecuador cuenta con herbarios que albergan gran cantidad de información sobre especies y su distribución, estos son: Herbario Nacional del Ecuador (QCNE), Herbario Alfredo Paredes-Universidad Central del Ecuador (QAP), Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (QCA), Herbario Padre Luis Sodiro (QPLS), Herbario de la Universidad San Francisco de Quito (QUSF) y el Instituto de Ciencias Naturales (Q); todas ubicadas en Quito.

- d. Ubicación de remanentes del sitio a restaurar. Identificar remanentes de vegetación en la quebrada nos permite obtener una muestra importante de las especies tempranas y tardías del ecosistema original.

ii. Evaluar el estado actual del ecosistema

Para evaluar el estado actual del ecosistema, es necesario conocer las condiciones actuales mediante metodologías cualitativas o cuantitativas (Rios, 2011). En esta fase se puede detectar problemas que posteriormente, ya diagnosticado el estado del sitio, ayudarán a definir los objetivos o metas de restauración (Espinosa et al., 2006; Mora et al., 2007; Rios, 2011; Vargas et al., 2012). Para ello debemos evaluar el estado actual del suelo, agua y vegetación. En este paso también se podrá determinar el potencial de regeneración del ecosistema.

a. Suelo

El mal estado de los suelos impide que estos proporcionen bienes y servicios ecosistémicos tales como: producción de alimentos y conservación de recursos naturales (e.g., flora y fauna). Para determinar el estado de los suelos, es necesario utilizar herramientas de medición que ofrecen información sobre las propiedades y características del suelo (Estrada et al., 2017). A continuación, se explicarán algunas metodologías para determinar la calidad del suelo de la quebrada. Estos métodos son sencillos y económicos justamente para que las personas puedan realizarlo.

Evaluación visual

Este es uno de los métodos más sencillos y económicos, que permite conocer el estado de salud de los suelos de tal forma que permite tomar decisiones para un buen manejo del mismo. Es recomendable realizar este método cuando el suelo está ligeramente húmedo. Para que la evaluación visual sea representativa, es recomendable tomar varias muestras a lo largo de la quebrada. A continuación, se dará a conocer los pasos de esta metodología.

Primero es necesario realizar una excavación con una pala para extraer un bloque de 30x30 centímetros, con una profundidad de 20cm como nos indica la Figura 5. Posteriormente, se debe extraer el bloque y dejarlo caer a una altura aproximada de 1 metro en una superficie plana (máximo tres veces). Esto con el fin de que el bloque se separe formando terrones.



Figura 6. Bloque de 30x30cm, con una profundidad de 20cm

Como segundo paso, se debe ordenar minuciosamente los terrones según su tamaño colocando los pedazos más grandes en un extremo y los más pequeños en el otro extremo (Figura 6). En este paso también se puede contar la micro-fauna (e.g., lombrices).



Figura 7. Separación de terrones según su tamaño

El último paso consiste en la calificación visual de las propiedades del suelo, utilizando fichas de evaluación visual donde se calificarán de acuerdo a tres condiciones (buena, moderada o pobre); cada condición se le otorga un puntaje donde más de 25 puntos corresponde a un suelo bueno, y menos de 10 puntos corresponde a un suelo pobre. Las fichas de evaluación visual del suelo se encuentran en la sección de anexos (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

pH del suelo

El pH es una unidad de medida que indica la cantidad de concentración de iones hidrógenos que existe en una solución, esto ayuda a determinar el grado de alcalinidad y acidez. El pH se mide en una escala del 1 al 14, donde siete es un valor neutro, un valor menos de siete es ácido y mayor a siete es alcalina (Figura 7). Determinar el pH del suelo nos permite saber

que tan disponibles están los nutrientes para la planta, y de igual manera, nos permite saber si el suelo tiene elementos tóxicos perjudiciales para las plantas (e.g., aluminio, sodio).

Cabe destacar que el rango óptimo en el que el pH mantiene la máxima disponibilidad de nutrientes para las plantas es de 6.6 a 7, por debajo de estos valores presentan deficiencias de N, P, S, K, Ca y Mg; también se reduce la presencia de microorganismos. Mientras que por encima hay una disminución de los micronutrientes Fe, Mn, B, Cu y Zn

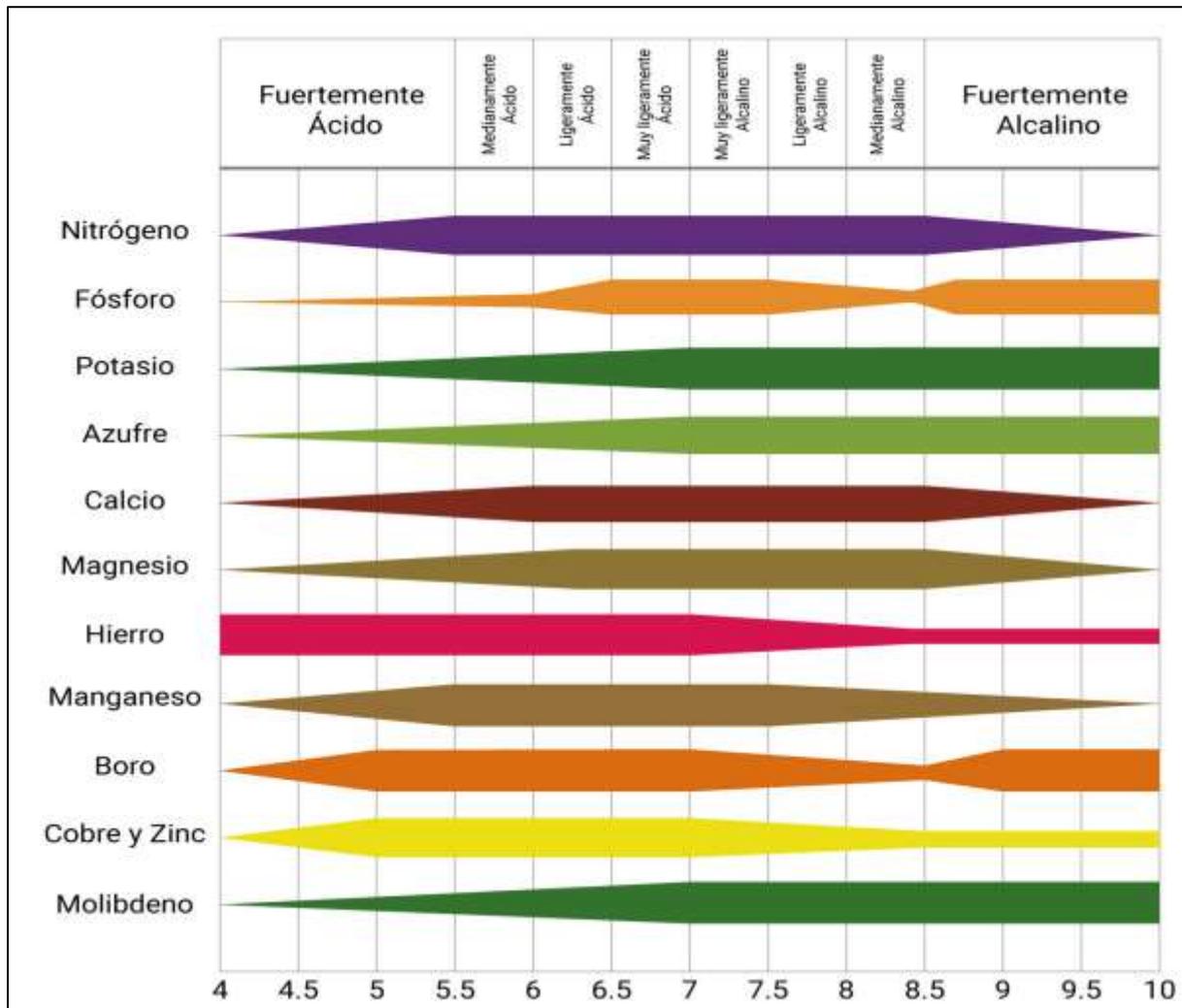


Figura 8. pH del suelo. El ancho de banda que se muestra indica el mayor o menor grado en que cada elemento es asimilable por la planta, según el valor del pH del suelo.

Para determinar el pH del suelo de la quebrada, es necesario tomar varias muestras de manera asistemática a lo largo de la misma. Como primer paso se debe limpiar la superficie de la zona seleccionada, y después se debe utilizar un barreno donde se procederá a sacar una muestra representativa. Cada muestra se colocará en una superficie plana para posteriormente homogeneizar. De esta muestra homogenizada, se debe tomar submuestras donde se les colocará en una funda hermética el cual deberá ser respectivamente etiquetada para posteriormente enviar las muestras lo más rápido posible al laboratorio.

De igual manera, existen productos como: test (reactivos), cintas y distintos tipos de peachímetros que ayudaran a determinar de una manera más rápida y sencilla los niveles de pH del suelo.

b. Agua

Macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua

Un indicador ambiental es una medida de origen físico, químico, biológico o social que permite evaluar información disponible del ecosistema (Samboni et al., 2007). Según Adriaanse (1993) los indicadores son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos. Estos indicadores pueden ser: cuantitativos (basados en parámetros) o cualitativos (se centran más en observaciones y percepciones).

Los indicadores biológicos son organismos (e.g., macro-invertebrados, peces) que con su presencia en un medio acuático, ayudan a determinar el estado del ecosistema (Escobar, 2006).

Para determinar el estado de la calidad del agua de la quebrada se utilizara indicadores cualitativos por medio de la observación de macroinvertebrados acuáticos. Para ello se utilizará fichas técnicas tal como se muestra en la Tabla 2 y 3.

Tabla 4. Macroinvertebrados acuáticos, indicadores de aguas estancadas y de baja calidad (Orden Díptera)

Orden Díptera	Características	Rasgos claves
<p>Familia Culicidae</p> 	<p>-Nombre común: mosquito</p> <p>-Ciclo de vida: holometábolos (huevos, s, pupas y adultos)</p> <p>-Fase indicadora: larva</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas</p>	<p>Larva ápoda con cabeza reducida. Penachos de pelos en el tubo respirador.</p>
<p>Familia Ephyridae</p> 	<p>-Nombre común: moscas, mosquitos</p> <p>-Ciclo de vida: holometábolos (huevos, larvas, pupas y adultos)</p> <p>-Fase indicadora: larva</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas</p>	<p>Cuerpo alargado con propatas en la mitad y un penacho de setas en la parte posterior</p>
<p>Familia Chironomidae</p> 	<p>-Nombre común:</p> <p>-Ciclo de vida: holometábolos (huevos, larvas, pupas y adultos)</p> <p>-Fase indicadora: larva</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas y lólicas</p>	<p>Cuerpo alargado con un penacho de setas en la parte posterior</p>

<p>Familia Psychodidae</p> 	<p>-Nombre común:</p> <p>-Ciclo de vida: holometábolos (huevos, larvas, pupas y adultos)</p> <p>-Fase indicadora: larva</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas y lólicas</p>	<p>Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo</p>
<p>Familia Sirfidae</p> 	<p>-Nombre común:</p> <p>-Ciclo de vida: holometábolos (huevos, larvas, pupas y adultos)</p> <p>-Fase indicadora: larva</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas y lólicas</p>	<p>Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado.</p>

Tomado de Gamboa (2018).

Tabla 5. Macroinvertebrados acuáticos, indicadores de aguas de buena calidad

Orden	Características	Rasgos claves
<p>PLECOPTERA</p> 	<p>-Nombre común: moscas de piedra (Familia más común: Perlidae)</p> <p>-Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: Ninfas muy sensibles a la contaminación</p> <p>-Hábitat: Ríos de agua turbulentas</p>	<p>Abdomen con un par de cercos sencillos. Uñas tarsales pares.</p>
<p>EFEMEROPTERA</p> 	<p>-Nombre común: Efímeras (Familias más comunes: Baetidae, Leptophlebiidae, Caenidae)</p> <p>-Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: ninfas</p> <p>-Hábitat: ríos y lagunas</p>	<p>Abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible. Uñas tarsales únicas.</p>

TRICOPTERA



-Nombre común: Frigáneas (Familias más comunes: Hidropsiphidae, Hidroptilidae, Leptoceridae)

-Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)

-Fase indicadora: ninfas

-Hábitat: ríos, aguas loticos y lenticos

Larvas acuáticas construyendo un estuche o refugio que varía según la familia.

ODONATA



-Nombre común: Libélulas, caballitos del diablo (Familias más comunes: Libellulidae, Coenagrionidae)

-Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)

-Fase indicadora: larva

-Hábitat: ríos de aguas quietas

Ojos compuestos prominentes. Branquias plumosas externas en la parte superior del abdomen.

COLEOPTERA



-Nombre común: Escarabajos (Familias más comunes: Elmidae, Phesenidae, Dytiscidae, Hydrophilidae)

-Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)

-Fase indicadora: larvas

-Hábitat: amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres

Patas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran aire con el extremo del abdomen o disponen de apéndices filamentosos (branquias).

DIPTERA



Blephariceridae

-Nombre común: moscas, mosquitos (Familias más comunes: Simuliidae, Tipulidae, Dixidae, Athericidae, Blephariceridae)

-Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)

-Fase indicadora: larvas

Larva pequeña con protuberancias a los lados del cuerpo.

Tomado de Gamboa (2018).

c. Vegetación

Transectos

Esta es una técnica que se lo utiliza para determinar la composición florística dentro de una línea o polígono (Sanín y Duque, 2016; Balslev et al., 2010). Esta técnica consiste en colocar líneas o polígonos, en sitios estratégicos (ya establecidos) a cada cierta distancia; dichas líneas pueden estar señaladas por un cordón (preferible de un color visible) (Tixier, 2017). Los transectos pueden realizarse aleatoriamente dentro de un área de interés (Balslev et al., 2010; Gómez, 2014; Mendoza, 2013; Sanín y Duque, 2016).

Para determinar la composición florística de la Quebrada Carapungo, según Mendoza (2013), se debe realizar aproximadamente diez transectos de 10m x 5m (50m²) en los cuales se establecerán tres subparcelas de 1m x 1m (1m²) ubicadas de forma diagonal y a distancias iguales (Figura 9). Cabe mencionar que estos transectos servirán en distintos pasos de la guía de restauración.

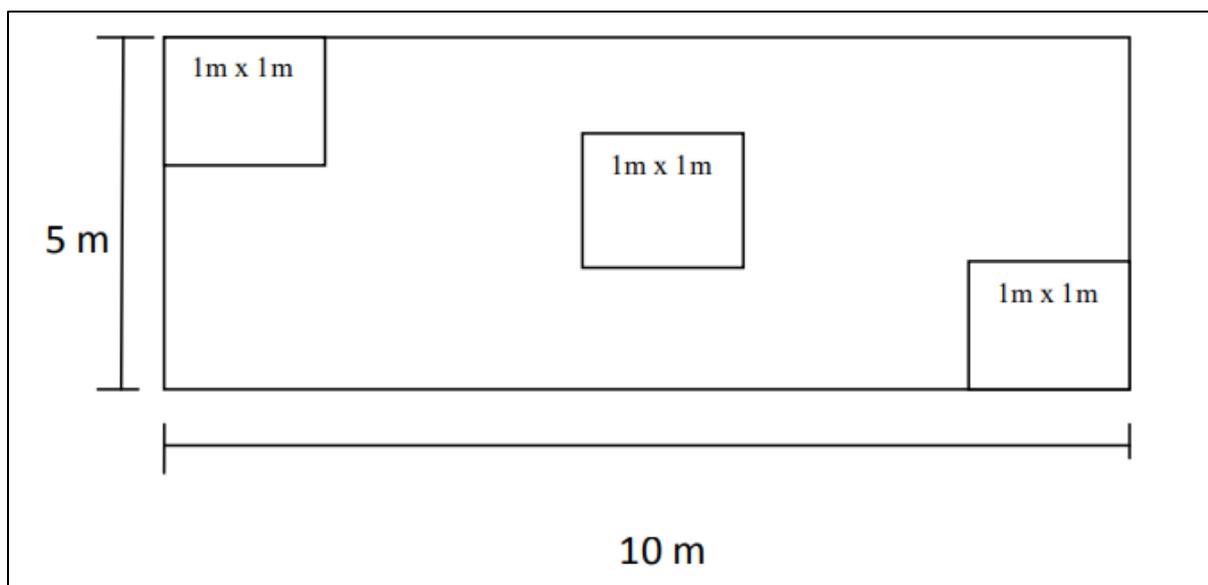


Figura 9. Diseño de transectos y subparcelas para matorral. Tomado de Mendoza (2013)

Posteriormente se debe realizar un levantamiento de datos de la cobertura vegetal para determinar la abundancia de individuos y la riqueza de especies. Debido a las pendientes de la quebrada, no es posible realizar un conteo de los individuos. Por tal motivo se debe estimar el porcentaje de cobertura del conjunto de individuos de cada especie. Para ello se puede utilizar la escala de Braun-Blanquet (Tabla 4) o el sistema de DAFOR.

Tabla 6. Escala de Braun-Blanquet para medir la densidad y frecuencia de la vegetación. Tomado de Mendoza (2013)

Categoría	Valor	Cobertura	Interpretación
Continuo	5	> 75	Continuo
Interrumpido	4	50-75	Abundante
Disperso	3	25-50	Escaso
Raro	2	15-25	Raro
Muy raro	1	5-15	Raro

Esporádico	1	1-5	Raro
Casi ausente	1	< 1	Raro

iii. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio.

Todos los ecosistemas son propensos a sufrir disturbios tanto naturales (e.g., deslizamientos, lluvias, huracanes, otros), como antrópicos (e.g., ganadería, agricultura, deforestación, contaminación, construcción de obras civiles, otros) (Vargas et al., 2007). Por tanto, la Quebrada Carapungo no está exenta de disturbios que afectan la dinámica del ecosistema. En esta sección es necesario determinar la dimensión del disturbio, y para ello, se debe comprender los siguientes puntos (Rios, 2004; Vargas et al., 2007; Vargas et al., 2014).

- a. Dimensión espacial y magnitud. La escala espacial se refiere a la extensión del disturbio en la zona afectada, mientras que la magnitud se refiere a la intensidad del disturbio.
- b. Dimensión temporal. Se refiere a la frecuencia con la que está presente el disturbio en el ecosistema.

Para identificar los disturbios antrópicos y naturales que presenta la Quebrada Carapungo, se realizará mapeos participativos en conjunto con los habitantes del barrio Los Rosales donde se deberá identificar sus ubicaciones y determinar la dimensión espacial,

temporal y magnitud de los disturbios. Además, se realizará recorridos para corroborar la información obtenida de los mapeos.

iv. Establecer las barreras o tensiones para la restauración a diferentes escalas.

Las tensiones para procesos de restauración ecológica son aquellos factores naturales o antrópicos que impiden la regeneración de un ecosistema (Vargas et al., 2007). Estas tensiones se dividen en dos tipos:

- a. Socioeconómicos. Estos son factores políticos, económicos y sociales que impiden procesos de regeneración natural (e.g., agricultura, ganadería)
- b. Ecológicos. Estos se relacionan con factores bióticos y abióticos, los cuales intervienen en mecanismos de regeneración de especies, dispersión de propágulos, establecimiento de plántulas y persistencia de individuos y poblaciones de plantas.

Para determinar las barreras ecológicas en el área de estudio se debe realizar transectos donde se analizará los tensionantes para la dispersión, establecimiento y persistencia de las plantas. La fase de dispersión de propágulos, es un proceso donde una planta distribuye sus semillas en un lugar favorable para su germinación. Esto lo hacen mediante animales (e.g., endozoocoria, ectozoocoria, eleosomozoocoria), polinizadores o simplemente por mecanismos que presentan las mismas plantas (e.g., autocoria, anemocoria) (Arias, 2019). Generalmente, los tensionantes en esta fase son causados por la pérdida de hábitats, cultivos, ganadería o especies exóticas.

La fase de establecimiento hace referencia a la germinación de las semillas, crecimiento y sobrevivencia de las plántulas. Los tensionantes para esta fase están clasificados en dos factores: a) bióticos como la herbivoría o competencia, y b) abióticos como la ausencia de micrositios para el establecimiento de las plántulas, restricciones climáticas (e.g., inundaciones, sequía) y suelo no apto (e.g., erosión contaminación, exceso de nutrientes) (Vargas et al., 2007). Por último, los tensionantes de la fase de persistencia (completar el ciclo de vida) pueden ser plagas, herbivoría, restricciones climáticas, actividades antrópicas e introducción de especies invasoras.

v. Seleccionar especies adecuadas para la restauración.

En este paso se seleccionarán especies importantes con diferentes atributos que sean útiles para la restauración. Para ello, se realizarán revisiones bibliográficas donde se buscarán listados de especies de ecosistemas similares al área de estudio y, en los transectos, se deberá tomar muestras de la flora para posteriormente ser identificados con la ayuda de libros o guías sobre plantas del Ecuador. Finalmente se seleccionarán especies que aporten a mejorar la calidad del suelo y que se usarán en la revegetalización de la quebrada. A continuación se presentará un listado de la flora en las quebradas del DMQ el cual deberá ser comparado con los resultados de las muestras obtenidas en campo.

Tabla 7. Vegetación más común en las quebradas del Distrito Metropolitano de Quito

ESPECIE	DESCRIPCIÓN
<i>Alternanthera porrigens</i>	Arbusto, a veces trepador, que mide hasta 2 m de alto. Hojas: simples, opuestas. Inflorescencias: cabezuelas cortas ubicadas en las partes terminales de la planta. Fruto: seco más o menos inflado, conocido como utrículo.

<i>Baccharis latifolia</i>	Arbusto de hasta 3 m de alto. Hojas: simples y dentadas en los bordes. Inflorescencias: axilares de color crema en cabezuelas aplanadas. Fruto: cipselas plumosas, blanquecinas.
<i>Liabum igniarium</i>	Arbusto de hasta 3 m de alto. Hojas: opuestas, lanceoladas a ovadas, pecioladas, aladas en la base, envés pubescente crema. Inflorescencia: de 10 cm de diámetro aproximadamente, flores en capítulos, amarillas. Fruto: seco, cipselas plumosas, blanquecinas.
<i>Berberis hallii</i>	Arbusto de 2 m de alto, espinos prominentes, madera amarilla. Hojas: duras al tacto, alternas, de borde entero o espinoso. Inflorescencia: panículas con numerosas flores de pequeño tamaño amarillas a naranja. Fruto: baya carnosa mora
<i>Coriaria ruscifolia</i>	Hierba o arbusto que puede medir hasta 7 m de alto. Hojas: pequeñas, sésiles y opuestas que se disponen a lo largo de todas las ramas. Flores: numerosas, de color azul verdoso y agrupado en racimos terminales que miden hasta 25 cm. Fruto: pequeño y seco cubierto por pétalos carnosos de color moradonegruzco.
<i>Dalea coerulea</i>	Arbusto que puede medir hasta 2 m. Hojas: alternas, pinnaticompuestas con folíolos pequeños. Flores: en espigas, con corola características de las leguminosas, con cinco pétalos formando quilla, estandarte y alas, de color violeta. Fruto: una legumbre.
<i>Mimosa quitensis</i>	Arbusto o arbolito espinoso, muy ramificado, que puede llegar a medir 6 m de alto. Hojas: paripinadas, verde oscuras. Flores: capítulos globosos de color blanco amarillento ubicados en las partes terminales de las ramas. Fruto: legumbre aproximadamente de 5 cm.
<i>Minthostachys mollis</i>	Hierba o arbusto de hasta 1,20 m de alto, erecto, pubescente y con el tallo ramificado desde la base. Hojas: grisáceas, opuestas, de forma ovada, con el borde entero a irregularmente aserrado. Flores: numerosas, pequeñas, de color blanco y agrupadas en cimas en las partes axilares de las hojas. Fruto: una

Salvia quitensis

núcula elipsoide de color pardo que no se abre al madurar.

Arbusto leñoso con tallos angulares de hasta 2 m de alto. Hojas: ásperas, opuestas y dentadas. Flores: tubulares, de cáliz acampanando, bilabiadas, pubescentes, de color fucsia y agrupadas en racimos terminales. Fruto: seco semejante a una nuez conocida como núcula.

Byttneria ovata

Arbusto erecto de tallo cuadrangular y espinoso que puede llegar a medir 4 m de alto. Hojas: alternas, ovaladas, dentadas y pecíolos cortos. Flores: aparecen en épocas lluviosas, son pequeñas, blancas con líneas violetas y se agrupan en inflorescencias axilares. Fruto: es una cápsula espinosa de color verdoso-rojizo.

Miconia papillosa

Arbusto de tallos y pecíolos pubescentes que puede alcanzar los 5 m de alto. Hojas: opuestas, elipsoides, acuminadas y con apariencia ampollosa. Flores: pequeñas, de color blanco con estambres amarillos prolongados y agrupadas en panículas terminales. Fruto: baya ovoide de color rosa oscuro.

Monnina phillyreoides

Arbusto que puede llegar a medir hasta 1,5 m de alto. Hojas: alternas, lanceoladas y gruesas. Inflorescencia: con flores numerosas de color azul morado cuyo pétalo llamado quilla sobresale por tener la punta amarilla. Fruto: una baya, elipsoide, de color negro morado que mide aproximadamente unos 8 mm.

Hesperomeles obtusifolia

Arbusto de hasta 2 m de alto, muy ramificado; sus ramas terminan generalmente en una espina. Hojas: de tamaño pequeño, obovadas, alternas, rígidas y con borde aserrado. Flores: poseen 5 pétalos de color blanco con amplios tintes rosa y se agrupan en inflorescencias cimosas. Fruto: pomo carnoso con coloración rojo a negro

Margyricarpus pinnatus

Subarbusto o arbusto con tallos café rojizos de hasta 30 cm de alto. Hojas: imparipinnadas, pequeñas, lineares, con los bordes encorvados hacia el envés, verde brillosas y alternas. Flores: blancas, sésiles, solitarias, ubicadas en las partes axilares de la planta

Rubus adenotrichos

y con pequeñas espinas bajo los sépalos. Fruto: drupa carnosa, blanca a rosada.

Subarbustos o arbustos a veces trepadores de hasta 4 m de alto con tallos espinosos y pubescentes. Hojas: en grupos de 3 a 5, cada foliolo es oblongo-lanceolado, acuminado, de bordes aserrados y nervaduras prominentes. Flores: solitarias, poseen 5 pétalos de color blanco y estambres numerosos. Fruto: conjunto de drupéolas jugosas, comestibles, de forma elipsoide, de color rojo a púrpura.

Rubus glaucus

Arbusto hasta de 3 m de alto con tallos espinosos de color verde azulado. Hojas: en grupos de 3, cada foliolo es ovado-lanceolado, acuminado, de bordes aserrados y el envés blanquecino. Inflorescencia: racimos terminales, axilares o más raramente flores solitarias con 5 pétalos de color blanco y estambres numerosos. Fruto: conjunto de drupeolas jugosas, comestibles, de forma elipsoide, de color rojo a púrpura.

Iresine diffusa

Hierba o subarbusto a veces trepador de hasta 3 m de alto, tallos ramificados y con tintes rojizos. Hojas: simples, opuestas, ovadolanceoladas y acuminadas. Inflorescencia: panículas piramidales o alargadas de color blanco-amarillento. Fruto: pequeño, seco y de color verdoso conocido como utrículo.

Cynanchum microphyllum

Enredadera de tallos ondeados, verdes, más o menos pubescentes y con abundante látex blanco. Hojas: lanceoladas, opuestas, acuminadas y de bordes enteros. Flores: de pequeño tamaño, sésiles, con 5 pétalos de color blanco y agrupado en inflorescencias axilares. Fruto: seco con varias semillas en su interior conocido como folículo.

: Equisetum bogotense

Hierba de que alcanza los 60 cm de alto. Tallos: verdes, erectos, delgados, huecos y nudosos; pueden ser fértiles y presentar una cabezuela café en la parte terminal donde se encuentran los esporangios. Hojas: pequeñas y por estar soldadas entre sí tienen apariencia de escamas. Estas se distribuyen a lo largo del tallo formando anillos de color café-rojizo.

<i>Lupinus pubescens</i>	Hierba terrestre erecta y pubescente de hasta de 80 cm de alto. Hojas: compuestas por 7 a 9 hojuelas oblongo-lanceoladas que se disponen en forma palmeada. Inflorescencia: vistosos racimos terminales color violeta intenso con tintes blanquecinos. Fruto: legumbre con semillas marrones aplanadas en su interior.
<i>Oxalis lotoides</i>	Hierba terrestre que puede llegar a medir hasta 40 cm. Tallos y pecíolos: delgados, carnosos, con tinte rojizo y sabor ácido. Hojas: se forman por tres folíolos acorazonados que están cubiertos de pequeños pelos blanquecinos. Inflorescencias: axilares y erectas, compuestas por flores vistosas de color amarillo. Fruto: pequeña cápsula con semillas en su interior.
<i>Chusquea scandens</i>	Hierba gruesa, terrestre que alcanza los 5 m de alto. Tallos: nudosos y similares a cañas; cada nudo es un punto de partida para numerosas ramas floríferas. Hojas: hasta de 10 cm de largo, lisas y acuminadas en el ápice, de márgenes cortantes. Inflorescencias: en espigas de 7 mm de largo oblongo lanceoladas
<i>Cortaderia nitida</i>	Hierba terrestre de aprox. 3 m con los tallos semejantes a una caña. Hojas: aplanadas, delgadas, alargadas, enrolladas en la base, duras al tacto y de margen cortante. Inflorescencia: grande, plumosa, brillante y de color plateado amarillento. Fruto: seco con una sola semilla, conocido como cariópside.
<i>Paspalum candidum</i>	Hierba de hasta 1 m de alto con tallo subterráneo (rizoma). Hojas: linear-lanceoladas, aplanadas y cubiertas por pequeños pelos blanquecinos. Inflorescencia: terminal hasta de 20 cm. Compuesta por varios racimos. Fruto: seco, típico de las gramíneas conocido como cariópside.

Tomado de Oleas et al. (2016)

vi. Propagación y manejo de especies.

Puesto que varias especies no son fáciles de conseguir en viveros locales, o las cantidades son insuficientes para cubrir las necesidades del proyecto de restauración, se construirá un vivero comunitario de 20m x 20m donde se almacenarán las plántulas suficientes

para la restauración de la Quebrada Carapungo (Ríos, 2011). La construcción de dicho vivero es fundamental para la propagación y crecimiento de las plantas, para posteriormente sembrar en sitios estratégicos ya establecidos y se de paso a sucesiones ecológicas.

-

vii. Selección de sitios

Para la realización de este paso, ya se debe obtener un conocimiento previo sobre el estado actual del ecosistema, tensionantes, disturbios y otros factores. Además, para seleccionar los sitios a restaurar, se deberá seguir las recomendaciones de Ríos (2011) y Proaño y Duarte (2018):

- a. Ubicación de sitios accesibles. Determinar lugares accesibles ayudará a facilitar el transporte de los materiales, el acceso de las personas y facilitar el monitoreo. Para ello se necesitará el conocimiento de los residentes para indicar cuales son las vías de fácil acceso peatonal.
- b. Áreas de interés comunitario. Para ello, es necesario contar con la participación comunitaria donde se debatirá con los moradores sobre los sitios prioritarios a restaurar en la quebrada; estos sitios pueden estar relacionados con servicios ecosistémicos.
- c. Establecer si alrededor del lugar existe la presencia de herbívoros. Para este caso se hará un recorrido en toda la quebrada para registrar casos de herbivoría. Además, se conversará con los moradores para determinar si existe la presencia de herbívoros.

d. Evaluar la presencia de especies invasoras. En este paso también se realizará un recorrido en la quebrada para identificar especies invasoras. También es necesario realizar capacitaciones a los residentes para que puedan identificar las especies invasoras.

viii. Siembra de las especies

Para la revegetalización de la Quebrada Carapungo se sembrarán especies pioneras con función facilitadora las cuales son capaces de sobrevivir en condiciones poco favorables del suelo y, además, presentan un alto potencial en el recubrimiento del suelo (Proaño y Duarte, 2018). Cabe recalcar que las especies facilitadoras benefician a otras especies menos aptas mediante sombras, protección contra el viento, mayor humedad, otros (Callaway et al., 2002). El propósito de usar estas especies es dar paso a una sucesión ecológica y generar condiciones adecuadas para otras especies.

ix. Monitoreo

El monitoreo consiste en el seguimiento continuo de las actividades de restauración implementadas en el área de estudio, esto con la finalidad de garantizar el éxito del proyecto de restauración ecológica de la quebrada Carapungo (Proaño y Duarte, 2018). Según Block et al (2001) se debe analizar los siguientes pasos para realizar un monitoreo de un proyecto de restauración ecológica.

- a. Establecer los objetivos del monitoreo. Una vez culminado el proceso de intervención asistida, se planteará objetivos de monitoreo de manera clara y concreta.
- b. Establecer la duración del monitoreo. La duración del monitoreo debe planificarse a mediano y largo plazo debido a que los procesos de restauración suelen ser lentos (Proaño y Duarte, 2018). Por lo tanto, el tiempo de monitoreo para la Quebrada Carapungo será de tres años. El primer año se monitoreará cada tres meses, posteriormente se lo realizará anualmente.
- c. Definir indicadores. Estos se clasifican en indicadores ambientales y socioeconómicos, los cuales indican el efecto de las actividades asistidas en áreas intervenidas (Murcia et al. 2015; Proaño y Duarte, 2018). Para lo cual se definirán los indicadores una vez establecido los objetivos de monitoreo.
- d. Definir metas. Las metas se definirán basándose en los valores referenciales, tendencias o límites que se espera obtener de los indicadores seleccionados. Debido a que los procesos de restauración toman mucho tiempo, es recomendable establecer metas a corto y largo plazo.
- e. Desarrollo de un diseño de muestreo. El propósito del muestreo es obtener información sobre el proceso de restauración (Ríos, 2011). Para este fin, se realizará a través de un censo de especies vegetales. Con este diseño de muestreo se podrá determinar, mediante el conteo, la supervivencia de las especies plantadas en las áreas intervenidas.

- f. Recolectar datos de campo. Para recolectar datos se realizará un levantamiento de línea base, partiendo con la implementación de las prácticas de restauración. Es fundamental iniciar desde tal punto, ya que nos permitirá observar la dinámica del ecosistema desde cero gracias a las prácticas implementadas (Proaño y Duarte, 2018). Para ello se medirá con un calímetro el diámetro y altura de las plantas, y se irá registrando en un formato de Excel cada 3 meses desde su plantación. Asimismo se realizarán censos de la vegetación en zonas restauradas. De igual manera se tomarán muestras del suelo para determinar la regeneración del mismo.
- g. Analizar e interpretar los datos recolectados en campo. La manera en que se analizará los datos recolectados en campo se establecerá en la planificación del muestreo, y la interpretación de los datos obtenidos se compararán con los valores de referencia del sitio de referencia del ecosistema o con los valores referenciales provistos para cada indicador (Proaño y Duarte, 2018).
- h. Evaluar los resultados. Se evaluarán los resultados mediante preguntas de guía recomendadas por Duarte y Proaño (2018). Estas preguntas son: ¿Hay un cambio desde la línea base hasta el monitoreo actual?, ¿Estos cambios se dirigen hacia el objetivo planteado? y ¿Están cambiando en el tiempo planificado? Las respuesta a estas preguntas deberán ser sí, no, o parcialmente. En caso de ser positiva la respuesta, las metodologías aplicadas en las zonas intervenidas están cumpliendo con su propósito (en este caso se debe continuar con el diseño). En caso de ser negativa la respuesta, la metodología deberá ser cambiada. Y en caso de ser parcial, se deberá esperar un poco más de tiempo para determinar si la metodología aplicada es la adecuada.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. Es muy importante contar con la participación de la comunidad cercana a la Quebrada Carapungo, ya que ellos son quienes más conocen sobre los problemas que presenta el ecosistema. Además, según mi criterio, son los más interesados en restaurar la quebrada justamente para evitar daños y perjuicios a largo plazo.

- b. Para realizar la restauración ecológica es fundamental contar con apoyo económico de entidades públicas o privadas. Este recurso económico ayudará a finalizar por completo las metas y objetivos planteados. Asimismo es necesario contar con un capital extra para futuras adaptaciones que se requiera implementar a partir del monitoreo de las zonas intervenidas.

- c. Contar con el apoyo de entidades públicas como: Municipio de Calderón, Secretaria del Ambiente, Empresa de Aseo de Quito (EMASEO) Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMOP), Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), Cuerpo de Bomberos, otros, garantizará la viabilidad del proyecto de restauración ecológica.

- d. La implementación de tachos de basura y cercas de alambre en ambos bordes de la quebrada, ayudará a mitigar el impacto ambiental por la contaminación de residuos

sólidos dentro de la misma. Además, es importante generar conciencia mediante afiches o trípticos para evitar que los transeúntes arrojen basura en estos ecosistemas; ya que son importantes por los servicios ecosistémicos que las quebradas ofrecen.

5. LITERATURA CITADA

Adriaanse, A. (1993). Indicadores de desempeño de la política ambiental.

Aguilar M., Ariza, A., Inge, A., Aronson, J., Avella, A., Bernal, E. y Zabala, G. (2015).

Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres.

Argüello, A., Arboleda, D., Menoscal, J., Maldonado, D., y Urresta, S. (2012). Monitoreo de la reforestación en las quebradas en el Norte de Quito.

doi.org/10.29019/enfoqueute.v3n2.4

Aguirre, N., Torres, J., y Velasco, P. (2013). Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana. *Volumen I, 9-13 pp. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua FONAG.*

Arias Y. (2019). Caracterización de la lluvia de semillas en unidades de manejo priorizadas para la restauración ecológica del bosque seco tropical.

Balslev, H., Navarrete, H., Paniagua-Zambrana, N., Pedersen, D., Eiserhardt, W., y Kristiansen, T. (2010). El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas. *Ecología en Bolivia, 45(3), 8-22.*

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas, 21(1-2)*. Recuperado de:
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=709>

Block, W., Franklin, A., Ward, J., Ganey, B. y White, G. 2001. Implementación de estudios de monitoreo para evaluar el éxito de la restauración ecológica en la vida silvestre, 9: 293-303.

- Callaway, R., Brooker, P., Choler, Z. Kikvidze, C., Lortie, R., Michalet, L., Paolini, F., Pugnaire, B., Newingham, E., Aschehoug, C., Armas, D., Kikodze y Cook B. 2002. Las interacciones positivas entre las plantas alpinas aumentan con el estrés. *Nature* 417: 844.
- Camacho, V., y Ruiz, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4).
DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.01.04.02>
- Cazorla, C. R., De Battista, J. J., Ferrari, M. C., Gudelj, O. E., Quiroga, A., Sasal, M. C. y Wilson, M. G. (2017). Protocolo básico común: estructura del suelo.
- Douglas, I., y Philip, J. (2014). *Urban ecology: an introduction*. Routledge.
- Escobar, L. (2006). Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas. *Eure (Santiago)*, 32(96), 73-98.
- Espinosa Valdemar, R. M., Delfín Alcalá, I., y Hernández Ortiz, A. (2006). Metodologías para evaluar la calidad del agua.
- Estrada, I., Hidalgo, C., Guzmán, R., Almaraz, J., Navarro, H. y Etchevers, D. (2017). Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831. Recuperado en 08 de febrero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813&lng=es&tylng=es.
- Gamboa, M., Reyes, R., y Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2), 109-120. Recuperado en 11 de febrero de 2022, de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1690-46482008000200001&lng=es&tyng=es.

Gann, G. D., y Lamb, D. (2012). La restauración ecológica un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida. Un llamamiento a la acción por el Grupo de trabajo conjunto sobre restauración ecológica de Society for Ecological Restoration International (Sociedad internacional para la restauración ecológica) y la Comisión sobre el manejo de ecosistemas (CEM) de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). Versión 1.1, enero de 2006.

Gómez, F. (2014). Metodología de evaluación de censos por transectos. *PARA EL MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD EN LA AMAZONÍA*.

Gómez, L. (2020). Programa para la descontaminación de los ríos del Distrito Metropolitano de Quito. Empresa Pública de Agua Potable y Saneamiento.

Gutiérrez, M. D., y Benavides, D. O. S. (2012). ANÁLISIS CRÍTICO DEL CONCEPTO DE ECOLOGÍA URBANA. *Revista Facultad de Ciencias Basicas*, 8(1).

Ignatieva, M., Stewart, G. H., y Meurk, C. (2011). Planning and design of ecological networks in urban areas. *Landscape and ecological engineering*, 7(1), 17-25.

Imeson, A. C., Cerdá, A., Soto, M. D. S., Fayos, C. B., Trejo, F. P., y Cases, A. C. (1993). Metodología y diseño del campo experimental en ecosistemas degradados en un transecto altitudinal (Alicante). *Cuadernos de geografía*, (54), 269-284.

Lalama, E. (2015). Plan de Intervención Ambiental Integral en las Quebradas de Quito. *Secretaría del Ambiente*.

- MDMQ. (2011). Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022. *Municipio del Distrito Metropolitano de Quito*. (pág. 83)
- Mendoza, Z. A. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador, 37(6), 82.
- Mora, F., Velasco Linares, P., Montenegro, A., González, A. L., Solorza, J. H., Torrijos Otero, P. y Vargas Ríos, O. (2007). *Estrategias para la restauración ecológica del Bosque altoandino: el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia.
- Murcia, C., Guariguata, M. y Montes, E. 2015. Estado del monitoreo de la restauración ecológica en Colombia. Páginas 17-49 Monitoreo a Procesos de Restauración Ecológica Aplicado a Ecosistemas Terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Oleas, N., Ríos-Touma, B., Altamirano, P. P., & Bustamante, M. R. (2016). Plantas de las quebradas de Quito: Guía Práctica de Identificación de Plantas de Ribera. Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Peng, J., Zhao, H., y Liu, Y. (2017). Urban ecological corridors construction: A review. *Acta Ecologica Sinica*, 37(1), 23-30.
- Proaño, R. y Duarte, N. (2018). Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local. Recuperado de: <https://condesan.org/recursos/guia-la-restauracion-bosques-montanos-tropicales-modulo-1/>
- Ramírez, M. y Sánchez, E. (2014). Manejo del riesgo que generan los taludes de la quebrada La Seca, del municipio de Envigado. Cuaderno Activa, 6, 109-121.

- Ríos, O. V. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta biológica colombiana*, 16(2), 221-246.
- Salazar, L., y Gómez E. (2011). Manejo de suelos y aguas para la prevención y mitigación de deslizamientos en fincas cafeteras. *Cenicafé*.
- Samboni R., Carvajal, Y., y Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación*, 27(3), 172-181.
- Sanín, D., y Duque, C. (2006). Estructura y composición florística de dos transectos localizados en la reserva forestal protectora Río Blaco (Manizales, Caldas, Colombia). *Museo de Historia Natural*, 10, 45-75.
- Semina, A. E., y Maximova, S. V. (2019). Ecological corridors' morphology inside the urban structure in forming the environmental frame of the city.
- Society for Ecological Restoration International Science y Policy Working Group. (2004). La Introducción Internacional de la SER sobre Restauración Ecológica. www.ser.org y Tucson: Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica. <http://www.ser.org/pdf/primer3.pdf>
- Vargas, O., Cano, C., Ingreet, C., Corredor, V., Díaz, A., Diaz, R., Díaz, J., Figueroa, C., León, O., Mora, J., Orozco, N., Trujillo, L., Pérez, L., Rodríguez, N., Sánchez T., Velasco, P., Parra, G., Bejarano, A. y Zamudio, N. (2007). Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino.
- Vargas, O., Díaz, J. E., Reyes, S., y Gómez, P. A. (2012). Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia. *Bogotá: Facultad de Ciencias*,

Departamento de Biología, Grupo de Restauración Ecológica-Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/260365693>.

Tixier, N. (2017). Transectos urbanos y relatos de lugar.

ANEXOS

ENCUESTA

Edad: 18-23 años 24-29 años más de 30 años

Sexo: M F

1. Sabe que es una Restauración Ecológica?

SI

NO

2. Conoce los problemas ambientales y sociales que están presente en la Quebrada Carapungo?

SI

NO

3. Usted cree que es necesario restaurar la Quebrada Carapungo?

SI

NO

4. En caso de realizar una restauración Ecológica en dicha quebrada, usted estaría dispuesto a involucrarse en actividades como mingas?

SI

NO

5. En los últimos 10 años, cuantos metros estima que ha ido avanzando el derrumbe de los bordes de la quebrada

1m a 5m

5m a 10m

Más de 10m

Anexo 1. Encuesta realizada a los transeúntes del barrio Los Rosales.



Anexo 2. Desembocadura de las aguas residuales en la Quebrada Carapungo vista desde el borde sur.



Anexo 3. Desembocadura de las aguas residuales en la Quebrada Carapungo vista desde el borde norte.



Anexo 4. Escombros de construcción y basura.



Anexo 5. Escombros de construcción y basura.



Anexo 6. Escombros de construcción y basura dentro de la quebrada.

Estructura y consistencia del suelo

Coloca un terrón o bloque de suelo junto a la imagen y compara.

<p>Pobre condición</p> <p>Reducida cantidad de partículas medianas y finas. Predominan los terrones.</p> <p>0</p>	<p>Moderada condición</p> <p>Adecuada distribución de partículas medianas, pequeñas y finas. Presencia terrones.</p> <p>3</p>	<p>Buena condición</p> <p>Adecuada distribución de partículas medianas y pequeñas. Pocos terrones.</p> <p>6</p>
	<p>Programa Formación de Formadores</p>	

Anexo 7. Ficha de evaluación visual del suelo. Estructura y consistencia del suelo.

Porosidad del suelo

Coloca un terrón o bloque de suelo junto a la imagen y compara.

Pobre condición



No se ven macroporos. Estructura compactada cuya superficie se rompe formando cara angular.

0



Moderada condición



Hay algunos macroporos entre los agregados, se observa compactación.

2



Programa Formación de Formadores

7

Buena condición



Hay muchos macroporos entre los agregados, se nota buena estructura del suelo.

4



Anexo 8. Ficha de evaluación visual del suelo. Porosidad.

Coloración del suelo

Coloca un terrón o bloque de suelo junto a la imagen y compara.

Pobre condición



Suelo significativamente color más claro al comparar con suelo bajo la línea del cerco.

0



Moderada condición



Superficie color claro, difiere un poco con el suelo bajo el cerco aunque no mucho.

2



Programa Formación de Formadores

8

Buena condición



Superficie del suelo color oscuro, no difiere mucho con el suelo bajo el cerco.

4



Anexo 9. Ficha de evaluación visual del suelo. Coloración.

Moteado del suelo



Coloca un terrón o bloque de suelo junto a la imagen y compara.

Pobre condición



Abundantes motas medianas, más del 50% color anaranjado predomina color gris.

0



Moderada condición



Motas pequeñas y medianas color naranja y gris en un rango de 10-25%.

1



Programa Formación de Formadores
11

Buena condición



Ausencia de moteado.

2



Anexo 10. Ficha de evaluación visual del suelo. Moteado.

Conteo de lombrices



Debes contar la cantidad de lombrices que observes en el monolito que estás calificando actualmente.



Pobre condición

Menos de 4 lombrices

0



Moderada condición

Entre 4 y 8 lombrices

2



Programa Formación de Formadores
13

Buena condición

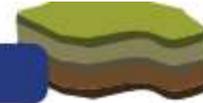
Más de 8 lombrices

4



Anexo 11. Ficha de evaluación visual del suelo. Conteo de lombrices.

Compactación del suelo



Coloca un terrón o bloque de suelo junto a la imagen y compara.

Pobre condición



Compactación muy desarrollada en la parte inferior del suelo. No hay macroporos.

0



Moderada condición



Empieza a notarse compactación en la parte inferior del suelo. Estructuras con pocos poros, de fácil fractura.

1



Programa Formación de Formadores

15

Buena condición



No hay compactación. Estructura y poros muy visibles claramente.

2



Anexo 12. Ficha de evaluación visual del suelo. Compactación.

Cobertura del suelo



Observa la parcela completa y compara con las imágenes.

Pobre condición



Superficie completamente descubierta.

0



Moderada condición



Superficie cubierta parcialmente entre 30 y 50% por residuos.

3



Programa Formación de Formadores

17

Buena condición



Superficie cubierta completamente por residuos.

6



Anexo 13. Ficha de evaluación visual del suelo. Cobertura vegetal.

Profundidad del suelo



En el área de donde se extrajo el monolito evalúe la presencia de raíces que aún se vean en relación a la profundidad.

Pobre condición



Menos de 30 centímetros

0

Moderada condición



De 30 a 60 centímetros

3



Buena condición



Más de 60 centímetros

6



Anexo 14. Ficha de evaluación visual del suelo. Profundidad.



Anexo 15. Ficha de evaluación visual del suelo. Interpretación de la calidad del suelo.