

PRODUCTO 7

DOCUMENTO TÉCNICO DE LA FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN Y/O RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA ADELANTAR ACCIONES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN ZONAS DE INTERÉS CON PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ Y ALTO SUÁREZ

CONTRATO Nº 1652

Ecodes Colombia - Perú - Argentina

CAR

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA ADELANTAR ACCIONES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN ZONAS DE INTERÉS CON PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ Y ALTO SUÁREZ

PRODUCTO 7:
DOCUMENTO TÉCNICO DE LA FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN Y/O RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS.

CONTRATO: 1652 DE 2022

ECODES INGENIERÍA S.A.S **Versión 006**

CONTRATISTA

Elaboró:

EQUIPO	EQUIPO TÉCNICO ECODES

NOMBRE Y APELLIDO	CARGO	TARJETA PROFESIONAL
Liliana Chisacá	Director de proyecto	N° 52691753
Lucy Olmos	Coordinador 1	N° 21871
Gonzalo de las Salas	Coordinador 2	N° 17035813
Mario Martínez	Ingeniero forestal	N° 52279204823
Fernando Ruiz	Ingeniero forestal	N° 19305
Andrea Sánchez	Ingeniero forestal	N° 70266210652
María Mercedes Medina	Profesional de Restauración Ecológica	N° 199711211158
Natalia Gómez	Profesional de Restauración Ecológica	N° 23763
Mauricio Aguilar	Ecólogo N° 1	N° 260320130321
Carlos Suarez	Biólogo	N° 7171873
José Barrera	Biólogo	N° 19468197
Xetxeni Crespo	Profesional Social	No aplica
Tatiana Silva	Trabajador Social	No aplica
Manuel Sierra	Profesional SIG	N° 25916378043

Aprobó:

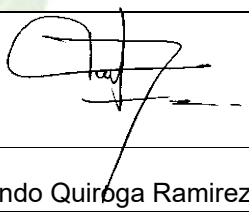
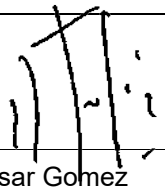
PROFESIONAL	CARGO	FIRMA
Liliana Chisacá	Directora de Proyecto	

REVISIÓN –APROBACIÓN

PRODUCTO 7: DOCUMENTO TÉCNICO DE LA FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN Y/O RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS.

CONTRATO 1652 DE 2022

POR INTERVENTORÍA
INTERVENTOR

REVISÓ: Firma:		APROBÓ: Firma:	
Nombre:	Orlando Quiroga Ramirez	Nombre:	Mario Cesar Gomez
Cargo:	Director de Proyecto	Cargo:	Representante Legal
Fecha:	08 de octubre de 2024	Fecha:	08 de octubre de 2024

CONTRATO No. 1652 de 2022

OBJETO: PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA ADELANTAR ACCIONES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN ZONAS DE INTERÉS CON PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ Y ALTO SUÁREZ

SUSCRITO ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR Y CONSORCIO TÍBAR

PRODUCTO 7:

DOCUMENTO TÉCNICO DE LA FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN Y/O RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS.

BOGOTÁ, 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6

2. MARCO CONCEPTUAL Y ENFOQUES PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA 7

2.1. CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA. 7

2.2. SOBRE LA ECOLOGÍA DE LA RESTAURACIÓN Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA 10

2.2.1. Restauración ecológica 11

2.2.2. Restauración ecológica participativa 13

2.2.3. Restauración activa y pasiva 15

2.2.4. Rehabilitación ecológica. 16

2.2.5. Recuperación ecológica. 17

2.3. SOBRE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA 17

2.4. SOBRE LAS HERRAMIENTAS DE MANEJO DE PAISAJES RURALES (IAVH) 23

3. ÁREAS SELECCIONADAS PARA LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN 24

4. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN, REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN.....27

5. LITERATURA CITADA 62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de un área para seleccionar un proceso de restauración activa o pasiva.16
Tabla 2. Enfoques de la SbN 17
Tabla 3. Enfoques de la AbE 18
Tabla 4. Enfoques complementarios de la SbN 20
Tabla 5. Herramientas de manejo de paisaje..... 23
Tabla 6. Proceso técnico para el planteamiento de las estrategias de rehabilitación 24
Tabla 7. Predios seleccionados para el desarrollo de procesos de rehabilitación ecológica. 24
Tabla 8. Pasos a seguir..... 27
Tabla 9. Matriz de determinación de potencial de rehabilitación 29
Tabla 10. Matriz de estrategias de rehabilitación por predio..... 31
Tabla 11. Descripción de las trece especies de plantas (árboles y arbustos) seleccionados para rehabilitación 39
Tabla 12. Disponibilidad en viveros de trece especies de plantas (árboles y arbustos) seleccionados para rehabilitación 43
Tabla 13. Disponibilidad de especies en viveros..... 44
Tabla 14. Descripción por cada predio del objetivo de la rehabilitación, las acciones de rehabilitación planteadas, los beneficios identificados y algunas de las estrategias de sostenibilidad recomendadas. 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Distribución de los proyectos de restauración ecológica en Colombia. 9
Figura 2. Representación de trayectoria sucesional asistida 11
Figura 3. Sucesión ecológica de ecosistemas de bosque..... 12
Figura 4. Tipos y escalas de la restauración ecológica según los estándares internacionales para la práctica de la restauración de la Sociedad para la Restauración Ecológica – SER. 13
Figura 5. Relación entre el capital natural, funciones de los ecosistemas y bienestar humano. 14
Figura 6. Disponibilidad de especies en vivero 44

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al DOCUMENTO TÉCNICO DE LA FORMULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN Y/O RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS, establecido como PRODUCTO 7 en el Contrato 1652 DE 2022 entre la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR) y ECODES INGENIERÍA, el cual fue adjudicado por LA CORPORACIÓN mediante Resolución No. 145 del 18 de marzo de 2022, en el proceso de la Licitación Pública No. 26 de 2021 al proponente CONSORCIO TÍBAR, y cuyo objeto es la "PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA ADELANTAR ACCIONES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN ZONAS DE INTERÉS CON PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LAS CUENCAS DEL RÍO BOGOTÁ Y ALTO SUÁREZ", en desarrollo del Plan de Acción (PAC) 2020-2023 de dicha corporación.

Dentro del PAC CAR 2020-2023, se incluye la Estrategia de Transversalidad de Cobertura Vegetal en el marco del PAC CAR 2020-2023: Territorio Ambientalmente Sostenible", la cual se basa en el siguiente marco normativo: 1. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), 2. Política Forestal (Plan Nacional de Desarrollo Forestal), que facilitará a los diferentes actores sectoriales elementos conceptuales y técnicos para abordar los procesos de restauración de ecosistemas naturales degradados. 3. El Plan Nacional de Desarrollo Forestal -PNDF-, adoptado en diciembre del año 2000, ofrece una visión estratégica de la gestión forestal nacional para los próximos 25 años, trascendiendo períodos de Gobierno al constituirse en una política de Estado. El Objetivo General de esta estrategia es el de orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales. (Adaptado de PNR, MADS, 2015).

La Corporación tomando en cuenta las experiencias vividas en las emergencias invernales de años anteriores (años 2010 y 2011), adelanta proyectos para la recuperación y ampliación de la capacidad hidráulica en las fuentes hídricas priorizadas, para lo cual realiza un diagnóstico y adelanta los estudios hidrológicos e hidráulicos respectivos con el fin de mejorar las condiciones hidráulicas y que los ríos tengan la capacidad de transportar ese caudal mayor que se presenta en temporadas intensas de lluvias o eventos hidrometeorológicos extremos poco recurrentes, mitigando la amenaza asociada con fenómenos por inundación en zonas que pueden afectar la vida y bienes de las comunidades asentadas alrededor del cauce.

En tal virtud, en las corrientes priorizadas por la CAR se han planeado las siguientes fases: Fase 1. Declaratoria de la zona de ronda de protección; Fase 2. Delimitación y materialización de la zona de ronda de protección; Fase 3. Obras para la recuperación y ampliación de la capacidad hidráulica y Fase 4. Restauración y/o rehabilitación ecológica.

El plan continúa con la Fase 4, correspondiente al proceso de rehabilitación ecológica, que debe involucrar a los actores sociales que hacen parte de cada cuenca. Con la implementación de esta fase se busca formular una estrategia que parta de un diagnóstico participativo y que permita identificar las áreas prioritarias para adelantar acciones que conlleven al restablecimiento de los servicios ecosistémicos de las mismas, garantizando la continuidad del proceso, mediante la inclusión de las labores de mantenimiento, el monitoreo permanente y la participación de la comunidad, lo cual está dentro de los alcances del presente contrato.

Las acciones se desarrollarán mediante la ejecución de tres etapas como son la de formulación, que involucra desde los componentes físico, biótico y social la caracterización ambiental, y en paralelo a la puesta en marcha de la estrategia de socialización y

sensibilización del proyecto, de tal manera que, también con la comunidad se construya un diagnóstico participativo que lleve a acuerdos de conservación con lo cual se pasa a la siguiente etapa que es de la implementación de las estrategias formuladas y concertadas con la comunidad, lo cual se realizará posteriormente el monitoreo participativo de las mismas, con lo que se cumple la última etapa del proceso y que además permitirá que sea la comunidad la que siga al cuidado de las acciones realizadas.

Este documento pretende desarrollar la fundamentación de los procesos de rehabilitación ecológica, dando el marco y antecedente respectivo para este tipo de procesos en el contexto nacional.

Por otra parte, se desarrolla a partir de los principales resultados de las estrategias de sensibilización y participación y se identifica con ello los escenarios que actualmente se presentan respecto al estado de las rondas hídricas del área de estudio, con la síntesis de los disturbios, limitantes, tensionantes y factores potenciadores que pueden afectar dichos espacios naturales.

De lo anterior, se elabora una tipología de dichos factores y a partir de esto se presentan unas estrategias con las cuales se pueden aplicar modelos de intervención según las diferentes afectaciones sobre estos ambientes y ecosistemas, desde el punto de vista de su rehabilitación ecológica.

Igualmente, a medida que avance el proceso todas estas estrategias serán enriquecidas con la participación de la comunidad, dado que es un proceso participativo, y en cuanto a cada caso específico de disturbio, afectación o alteración que se presente en estas áreas de importancia ambiental.

2. MARCO CONCEPTUAL Y ENFOQUES PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA

2.1. CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.

Debido a la continua pérdida y degradación de los ecosistemas, los efectos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad a nivel mundial, la Organización de las Naciones Unidas ha decidido proclamar el periodo 2021-2030 como la Década de la Restauración de Ecosistemas (Fischer et al., 2021; *United Nations Environmental Agency*, 2019). Esta denominación tiene como objetivo escalar los esfuerzos para prevenir y revertir la degradación en los ecosistemas del mundo, y a su vez extender un llamado a la importancia del éxito de los procesos de restauración ecosistémica (*United Nations Environmental Agency*, 2019).

La Década de la Restauración de Ecosistemas está directamente relacionada con dos programas de interés global, primero, las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), definidas como "*acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad*" (UICN, 2016), cuyo enfoque en la restauración es explícito y además se consideran medidas interesantes para enfrentar problemas de índole socio-ecológica (Hack, 2021).

Por otro lado, la Década de la Restauración de Ecosistemas se vincula al cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, ya que el deterioro de los ecosistemas afecta el cumplimiento de su objetivo de "eliminar la pobreza y encaminar al mundo hacía la paz, prosperidad y oportunidades para todos en un planeta saludable" (UN - *United Nations*, 2020). Para cumplir este ambicioso objetivo, se establecieron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG por sus siglas en inglés), que aportan desde diferentes frentes al bien común. Entre estos, la práctica de la restauración de ecosistemas se encuentra estrechamente relacionada con los objetivos 13 y 15.

El objetivo 13 - Acción por el clima, el cual plantea la necesidad de adoptar medidas para combatir los efectos del cambio climático, y que se fundamenta en la ralentización del aumento de la temperatura global, hasta un máximo de 2°C, conforme a lo previsto en el Acuerdo de París (UN - *United Nations*, 2020). Parte de estas medidas incluyen procesos que apuntan a incrementar la resiliencia y adaptación ante los efectos del cambio climático (UN - *United Nations*, 2020). Entendiendo que un ecosistema saludable es un ecosistema resiliente, se puede inferir que justo allí es donde la restauración de ecosistemas naturales tiene relación con este objetivo.

Por otro lado, el objetivo 15 - Vida de ecosistemas terrestres, busca trabajar hacia la conservación de la biodiversidad y propender por su gestión y uso sostenible (UN - *United Nations*, 2020). De acuerdo con el último reporte de las metas de desarrollo sostenible (UN - *United Nations*, 2020), continúa la pérdida de zonas forestales, y la supervivencia de especies ha disminuido debido a la deforestación, comercio no sostenible y pérdida de hábitat, entre otras. Teniendo en cuenta que los ecosistemas restaurados poseen un gran potencial para el albergue de biodiversidad e implican la recuperación de ecosistemas, este es, tal vez, el objetivo al que más potencial de aporte tiene la práctica de la restauración ecológica.

Muchos países han venido trabajando en la restauración de sus ecosistemas, generando programas, políticas, iniciativas y lineamientos orientados a esta titánica tarea. En Colombia, la disciplina de la restauración se formalizó con la aprobación del "Plan Estratégico para la Restauración Ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde, Bosques de Paz" (Ministerio de Medio Ambiente, 1998). Desde entonces, se generaron múltiples documentos y guías metodológicas (Barrera-Cataño et al., 2010; Vargas-Ríos et al., 2012; Vargas-Ríos & Reyes, 2011) que han permitido orientar los proyectos de restauración ecológica en el país, hasta la aparición del primer Plan Nacional de Restauración en al año 2012.

A partir de este primer plan, se incentivó la implementación de nuevos proyectos de restauración en el país, donde a 2014 se contaba con alrededor de 102 proyectos en desarrollo y/o culminados (Murcia & Guariguata, 2014). La mayoría de estos proyectos (cerca del 76%) se desarrollaron por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales, ONGs y Parques Nacionales Naturales, haciendo evidente el papel tan importante que juegan las entidades públicas y el gobierno en la restauración en Colombia (Murcia & Guariguata, 2014).

La implementación de estos proyectos fomentó a su vez nuevos resultados de investigación, lo que demuestra que la restauración ecológica en Colombia ha sido bastante dinámica. Por esta misma razón, y para responder a la necesidad de una práctica responsable de la restauración ecológica, en Colombia se creó el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015). Este es el documento vigente que rige a nivel nacional las acciones de restauración. El plan busca, en pocas palabras, orientar técnicamente recursos e iniciativas

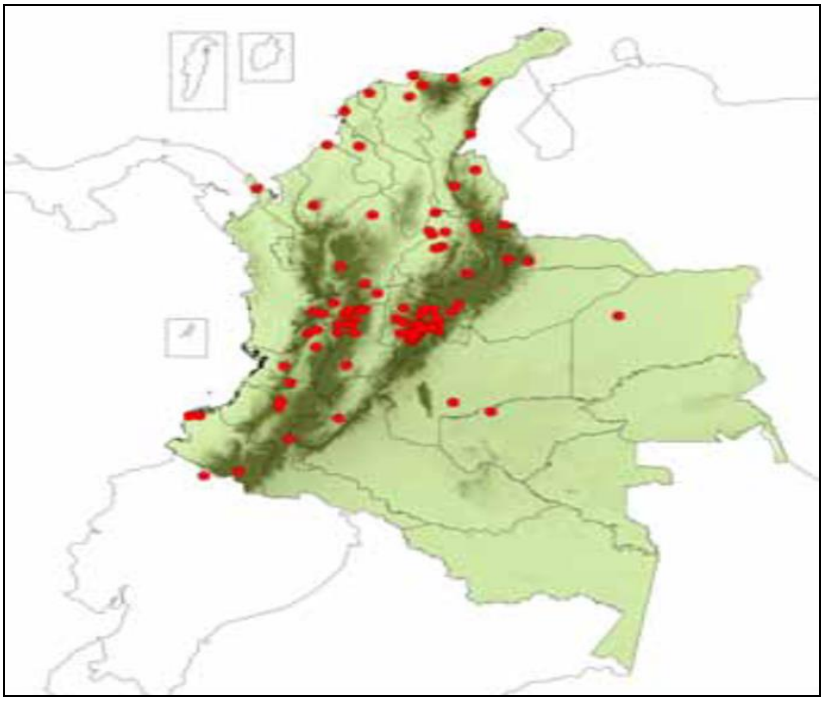
relacionadas con la práctica de la restauración en Colombia (MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015).

Desde entonces, se ha generado gran cantidad de información nueva sobre la práctica de la restauración ecológica en Colombia, involucrando temas como escenarios post-conflicto armado (Aguilar et al., 2015), restauración de áreas afectadas por especies exóticas e invasoras (Barrera-Cataño et al., 2019; Basto et al., 2018), el papel de la restauración en el marco de compensaciones por pérdida de biodiversidad (Murcia et al., 2017), guías metodológicas (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2016) y monitoreo a proyectos de restauración y sus componentes (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015; Barrera-Cataño et al., 2018; Contreras-Rodríguez et al., 2017).

También se han generado nuevas directrices e iniciativas desde el gobierno, que buscan dar continuidad en estos esfuerzos. Entre estas, desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible planteó la iniciativa RESPIRA 2030 para educar, conservar, restaurar y no deforestar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2022). Esta iniciativa se encuentra enmarcada dentro de la estrategia global *One Trillion Trees*, que busca sembrar un billón de árboles a nivel mundial para el año 2030 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2022; *Trillion Trees*, 2021).

Ahora bien, es importante mencionar que en Colombia las actividades de restauración ecológica se han concentrado en región andina, especialmente en zonas altas del altiplano cundiboyacense (Murcia & Guariguata, 2014). Además, se conoce que más del 70% de las investigaciones sobre restauración ecológica de bosques andinos se han realizado entre el departamento de Cundinamarca y la zona que comprende la Sabana de Bogotá (Rodríguez González, 2022). Misma zona que abarca el área de estudio para el presente proyecto.

Figura 1.Distribución de los proyectos de restauración ecológica en Colombia.



Fuente: Murcia & Guariguata, 2014

Por otro lado, la investigación sobre restauración ecológica de bosques andinos en Colombia ha estado fuertemente sesgada hacia estudios de vegetación, con muy pocos aportes relacionados con los compartimentos de la fauna, suelo e incluso el componente socioeconómico (Rodríguez González, 2022). Es por esta razón, que el presente proyecto plantea un abordaje interdisciplinario que responde a la trayectoria de la ciencia de la restauración, cuyas especificaciones metodológicas y resultados se abordarán en los próximos acápites del documento.

2.2. SOBRE LA ECOLOGÍA DE LA RESTAURACIÓN Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En el marco del presente contrato, las iniciativas que se desarrollan responden al Plan Nacional de Restauración de Colombia en el cual se establece:

"*Tres grandes objetivos de la restauración ecológica son (Brown y Lugo, 1994; Hobbs y Norton, 1996; Hobbs y Harris, 2001; Hobbs, 2002; SER, 2004; Van Andel y Grootjans, 2006; Hobbs, 2007; Holl y Aide, 2011):*

1. Restauración Ecológica (ecological restoration): restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

2. Rehabilitación ecológica (rehabilitation): llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.

3. Recuperación ecológica (reclamation): recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio."

En primera instancia, es importante establecer que existe una diferencia entre la ecología de la restauración y la restauración ecológica. Ambas son disciplinas complementarias que buscan la generación y aplicación de herramientas que contribuyan en la recuperación de ecosistemas que han sido degradados (Barrera-Cataño et al., 2010; Basto et al., 2018; Mcdonald et al., 2016).

La ecología de la restauración tiene un énfasis en los abordajes y aportes teóricos, así como la generación de conocimiento científico. Lo anterior incluye la generación de conocimiento sobre las áreas disturbadas, aporte de herramientas para acelerar la sucesión, estudiar la respuesta de especies ante tratamientos de restauración, entre otros (Basto et al., 2018; MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015). Estos aportes han permitido construir un marco conceptual sólido que sustenta la restauración ecológica en la práctica.

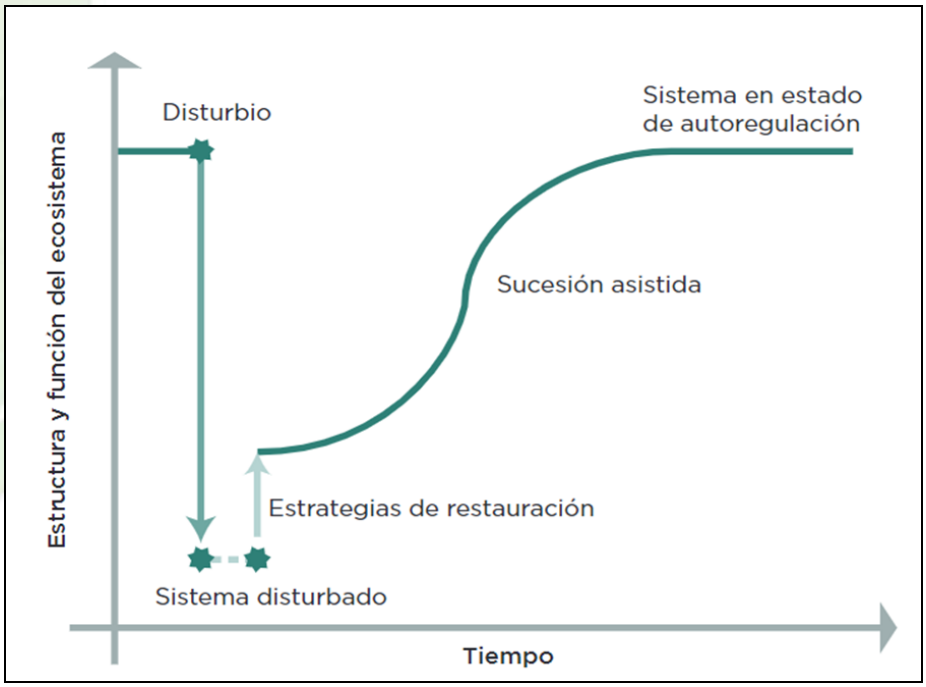
Por otro lado, **la restauración ecológica** está relacionada con el componente práctico de la ciencia de la restauración. Es decir, su propósito es asistir el restablecimiento de ecosistemas degradados o dañados por disturbios naturales o antrópicos, cuyo umbral de resiliencia fue sobrepasado y por ende no pueden retomar su trayectoria sucesional por sí mismos (Basto et al., 2018; Mcdonald et al., 2016; Rodríguez González, 2022).

2.2.1. Restauración ecológica

La restauración ecológica es entendida como el proceso de asistir el proceso de sucesión en un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido (Basto et al., 2018; Mcdonald et al., 2016; Society for Ecological Restoration, 2004; Vargas-Ríos et al., 2012). Lo anterior implica el restablecimiento -a diferentes escalas- de los componentes del ecosistema disturbado (composición, estructura y función), así como los procesos ecológicos que allí ocurren (MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015).

En la Figura 2, se observa una representación general de la trayectoria sucesional de un ecosistema en el que se lleva a cabo un proceso de restauración ecológica. En este, inicialmente el ecosistema ha sido afectado por un disturbio, deteriorando su estructura y función. Posterior al diagnóstico se establecen las estrategias de restauración más adecuadas, y al implementarlas, se inicia un proceso de sucesión asistida, que durará lo suficiente como para que el ecosistema afectado recupere la mayor parte de sus atributos, y pueda llegar hasta un punto de resiliencia o estado de autorregulación (Basto et al. 2018).

Figura 2. Representación de trayectoria sucesional asistida



Fuente: Basto et al., 2018

Hasta hace un par de años, se tenían definidas tres aproximaciones orientadas a los objetivos de los procesos de restauración, estas son: restauración ecológica propiamente dicha, rehabilitación y recuperación (Basto et al., 2018; MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015; Mcdonald et al., 2016; *Society for Ecological Restoration*, 2004). Bajo ese enfoque, la restauración ecológica *per se*, nos habla de la idea de retornar un ecosistema a las condiciones que tenía previo al disturbio que ocasionó su daño o degradación (Barrera-Cataño et al., 2018; *Society for Ecological Restoration*, 2004).

Actualmente, realizar un proceso de restauración ecológica propiamente dicha, y siguiendo el enfoque antes mencionado tiene una inmensa dificultad pues requiere mucho tiempo y recursos

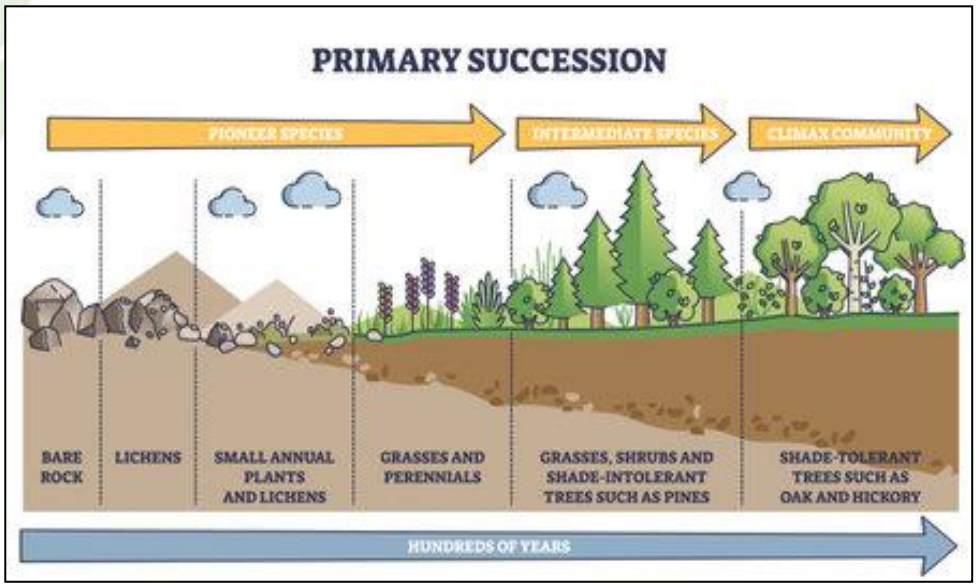
para llevarse a cabo pues incluyen otras variables externas al propio ecosistema y que tienen una relación directa con las decisiones de uso y ocupación, medios de vida y la misma capacidad de gobernanza de los actores del territorio para su acompañamiento a largo plazo.

Sin embargo, este nivel de dificultad no implica que no sea necesario el desarrollo de procesos de restauración ecológica en ecosistemas que son estratégicos, pues la pérdida de su capacidad de homeostásis cobra un impacto directo en la prestación de servicios ecosistémicos de los cuales dependemos las personas y las economías locales, regionales y nacionales.

Por otro lado, los enfoques de rehabilitación y recuperación son bastante más flexibles, ya que en general buscan recuperar ciertos aspectos del ecosistema en cuestión, más no buscan reestablecerlo a una condición pre-disturbio (*Society for Ecological Restoration*, 2004; Vargas-Ríos & Reyes, 2011). Así, la rehabilitación, busca recuperar atributos funcionales y estructurales del ecosistema que se han perdido por los disturbios, mientras que la recuperación busca principalmente devolver la funcionalidad de las áreas afectadas, desde una mirada productiva y de beneficios para el hombre (Barrera-Cataño et al., 2010; Basto et al., 2018; Mcdonald et al., 2016; *Society for Ecological Restoration*, 2004; Vargas-Ríos & Reyes, 2011).

Sin embargo, la restauración y sus diferentes prácticas parten del reconocimiento de activar e impulsar la sucesión ecológica. Existen ecosistemas cuyos procesos de restauración tardan muchas décadas y por lo tanto las iniciativas de restauración llegan hasta etapas donde la sucesión ecológica se encuentre activa y continua en el tiempo. Por lo tanto, conocer la sucesión ecológica y su importancia en la restauración es la primera estrategia para impulsar acciones destinadas al restablecimiento de los ecosistemas. La Sucesión ecológica es un proceso biótico que, aunque es más fácil observarlo con la vegetación, también se presenta en la fauna y en los microorganismos del suelo que generan los cambios paulatinos. Figura 3.

Figura 3. Sucesión ecológica de ecosistemas de bosque



Fuente: https://opening.download/spring-2021.html

Ahora bien, según la última actualización de los Estándares Internacionales para la Práctica de la Restauración Ecológica de la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, por sus siglas en inglés), la restauración ecológica hace parte de una gama de actividades de restauración de los sistemas naturales, en lo que ellos llaman "*The Restorative Contínuum*" (Gann et al., 2019). Esto se sustenta en que existen muchas otras actividades de restauración de ecosistemas, las cuales pueden incluirse en un rango dependiendo de su objetivo, impacto y escala (Figura 4). Bajo este enfoque, cualquier actividad de restauración es aquella que directa o indirectamente sirve para recuperar atributos ecosistémicos que se han perdido o degradado (Gann et al., 2019).

Figura 4. Tipos y escalas de la restauración ecológica según los estándares internacionales para la práctica de la restauración de la Sociedad para la Restauración Ecológica – SER.



Fuente: Tomado de SER Internacional

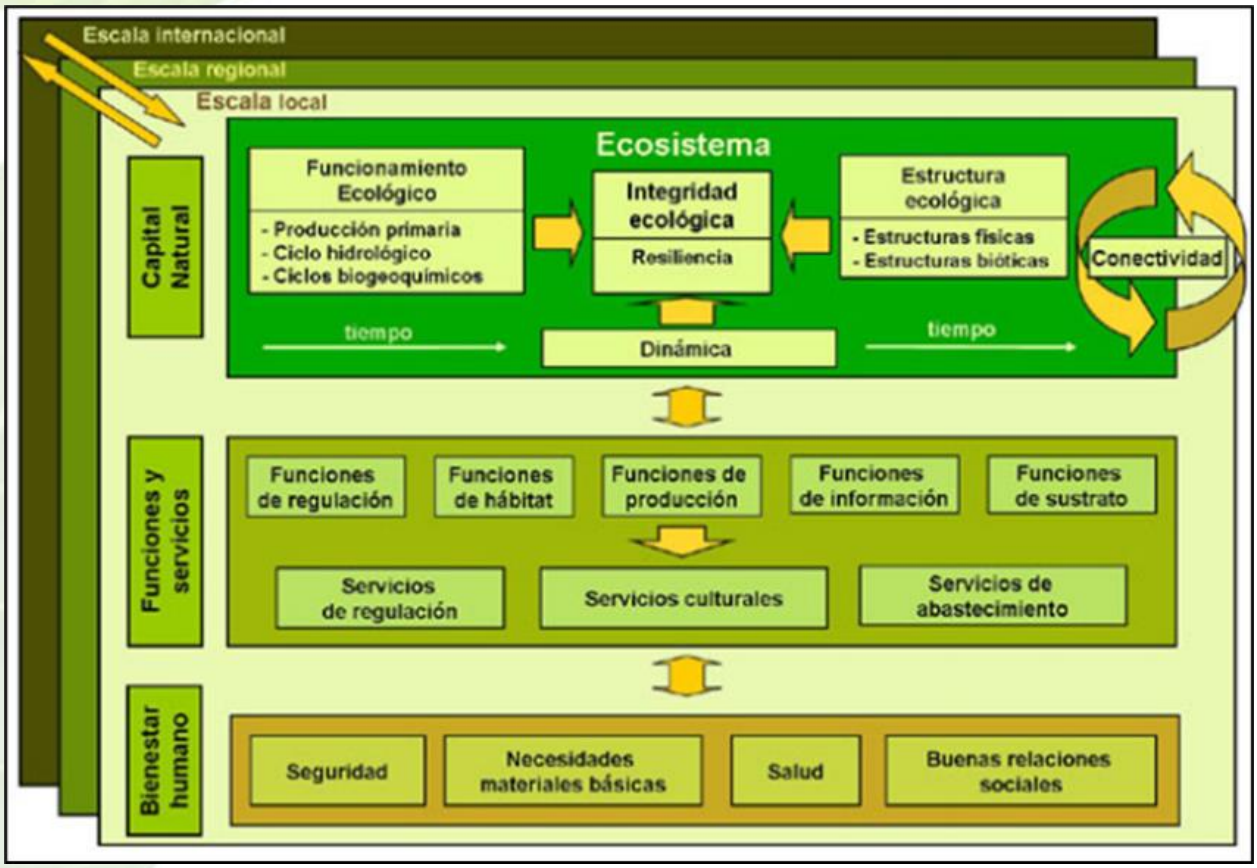
2.2.2. Restauración ecológica participativa

Una de las críticas recurrentes hacia la práctica de la restauración ecológica, es que no es una ciencia que busca únicamente plantar árboles (Gann et al., 2019; Menz et al., 2013; Vargas-Ríos & Reyes, 2011). Además, busca recuperar atributos funcionales relacionados con los demás compartimentos como fauna, suelo y social (Gann et al., 2019; MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015). Este llamado está generando un cambio en la visión sobre los proyectos de restauración, propendiendo por un enfoque más holístico, donde se incorporen equipos y estrategias interdisciplinares.

Reconocer el carácter participativo a los procesos de restauración ecológica, implica reconocer que los ecosistemas se encuentran dentro de territorios que presentan diferentes tipos de uso y modelos de ocupación, por lo que la necesidad de restauración debe ser una decisión de los actores del territorio, A este enfoque de la restauración se han sumado voces que reiteran la necesidad de vincular a las comunidades y múltiples actores en la práctica de los proyectos de restauración (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2016; Aronson et al., 2007; Gann et al., 2019) (ver Figura 5). Llegando incluso a replantear la Década de la Restauración de Ecosistemas, por la Década de la Restauración Socio-Ecológica (Fischer et al., 2021). Lo anterior, entendiendo que

la restauración ecológica debe ser participativa, e involucrar a tantos actores como se considere, para que los proyectos realmente sean exitosos en el largo plazo. Lo anterior, reconociendo que es momento de reintegrar las vidas humanas en las prácticas dirigidas al medio ambiente (Fischer et al., 2021). En este sentido, la restauración ecológica inicia restableciendo las relaciones entre las personas y sus ecosistemas para lograr un proceso que tenga viabilidad a largo plazo.

Figura 5. Relación entre el capital natural, funciones de los ecosistemas y bienestar humano.



Fuente: Gómez-Baggethun & Groot, 2007

En este marco, de considerar los beneficios que representan los ecosistemas para los territorios y las personas se considera el capital natural para la sociedad. Es así, que el capital natural se puede considerar un almacén de bienes y servicios en el corto, mediano y largo plazo (Gómez-Baggethun & Groot, 2007). Es desde esta perspectiva, que se abordan e involucran a las comunidades humanas, entendiendo que el capital natural es el sistema (ecosistema), cuyo correcto funcionamiento provee servicios que aportan al bienestar humano a través del cubrimiento de necesidades básicas, provisión de salud, seguridad alimentaria e incluso el incremento de las relaciones sociales (Aronson et al., 2007; Gómez-Baggethun & Groot, 2007).

Por tanto, los procesos de restauración ecológica que se impulsen dentro de este contrato responden a procesos de restauración ecológica participativa que buscan generar beneficios a los ecosistemas y a las personas y sus medios de vida.

2.2.3. Restauración activa y pasiva

En los territorios y áreas donde se busca realizar un proceso de restauración vinculando a los diferentes actores, requiere iniciar con el reconocimiento del estado en el cual se encuentra el área a restaurar y de su potencial de restauración, pues de esto dependerá el diseño de los procesos de restauración.

Las condiciones del sitio disturbado determinan tanto el presupuesto requerido como también el nivel de gestión, involucramiento y los recursos que deben destinar los actores del territorio. En casos donde los niveles de disturbio son relativamente bajos, los tensionantes han sido controlados y existe una conectividad ecológica entre el área a restaurar con zonas mejor conservadas, la restauración pasiva puede resultar la mejor opción, especialmente si se cuenta con pocos recursos. En otros casos, se recomienda la intervención humana para activar la sucesión ecológica (restauración activa).

- **Restauración pasiva o espontánea**

Este tipo de restauración se contempla usualmente cuando se identifica un sitio con bajo grado de degradación, en el que, además, luego del diagnóstico se identifica que el ecosistema puede retomar su trayectoria sucesional si se retiran los tensionantes (factores externos) (Barrera-Cataño et al., 2010; Camacho-Guerrero & da Rocha, 2010; MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015). En estos casos, las acciones irán dirigidas a eliminar estos tensionantes y se considera en ocasiones aislar el sitio. Suele implementarse en sitios poco alterados, donde también se han identificado factores potenciadores como cercanía a fuentes de propágulos (Camacho-Guerrero & da Rocha, 2010). En este tipo de restauración es importante realizar un seguimiento que permita validar si los atributos de sus componentes (p.ej. patrones de distribución de especies de flora y fauna), se dirigen realmente hacia lo esperado de acuerdo con el ecosistema de referencia (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

- **Restauración activa**

La restauración ecológica activa es la práctica que se implementa cuando se detecta que los compartimentos de un ecosistema están tan afectados que no hay forma de que éste regrese por sí mismo a su trayectoria sucesional o, dicho en otras palabras, que ha salido de su umbral de resiliencia (Barrera-Cataño & Valdés-López, 2007; Camacho-Guerrero & da Rocha, 2010; Society for Ecological Restoration, 2004). Es aquí donde deben realizarse todas las intervenciones necesarias (a modo de estrategias), para que el ecosistema pueda recuperar sus atributos y retomar su trayectoria sucesional hacia lo esperado de acuerdo con el ecosistema de referencia (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2016; Barrera-Cataño & Valdés-López, 2007; MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2015).

Por ejemplo, en la Tabla 1, se presenta una relación de algunas variables con la decisión de impulsar una restauración pasiva o activa.

Tabla 1. Características de un área para seleccionar un proceso de restauración activa o pasiva.

Algunas características		Pasiva	Activa
Estado de la sucesión:			
	Temprana	x	x
	Intermedia	x	x
	Tardía	x	x
	Detenida		x
Potencial biótico:			
	Dispersores y polinizadores	x	x
Conectividad			
	Flujo de especies	x	x
	Sin flujo de especies		x
Tensionantes			
	Presentes		x
	Ausentes	x	x

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024

Según la figura anterior, existen algunas características de las áreas que permiten de manera rápida establecer si se realiza un proceso de restauración activa o pasiva. Por ejemplo: en un área que tenga la sucesión ecológica detenida solo podrá impulsarse la restauración activa, o en un área donde no se cuente con potencial biótico y conectividad por flujo de especies, solo se podrá activar la sucesión ecológica con una intervención activa.

2.2.4. Rehabilitación ecológica.

Según lo ha establecido el Plan Nacional de Restauración Ecológica, la Rehabilitación Ecológica busca llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.

Dentro de las acciones de rehabilitación ecológica se tiene la no necesaria inclusión de un ecosistema de referencia, pues como lo establece el Plan Nacional de Restauración no necesariamente se busca un restablecimiento al ecosistema predisturbio, Por tanto, se puede establecer algunas condiciones referenciales para la rehabilitación como conocer la vegetación y fauna circundante, abrir espacios de intercambio de saberes intergeneracionales con la población local o recurrir a información secundaria.

Existen diferentes acciones de rehabilitación que pueden corresponder a buenas prácticas de manejo ecosistémico, herramientas de manejo de paisaje y también responder al reto de la adaptación al cambio climático. Dentro de estas alternativas se tienen: microcorredores, reforestaciones con especies nativas o un porcentaje de las mismas, agroforestales, bosques dendroenergéticos.

La rehabilitación puede responder a un proceso de ordenamiento a escala de predio o a la zonificación si es un área protegida o con algún tipo de manejo. Los beneficios de la

rehabilitación son múltiples tanto para el ecosistema a escala local y del paisaje como para las familias y su economía familiar y local.

2.2.5. Recuperación ecológica.

Según el Plan Nacional de Restauración, en la recuperación ecológica se busca "*recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.*"

En estos procesos se tienen reforestaciones, revegetalizaciones, agrosilvopasturas, policultivos, bosques dendroenergéticos, restablecimiento de infraestructura natural en rondas, cercas vivas simples o mixtas, otras.

2.3. SOBRE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) agrupan una serie de acciones que propenden por el manejo sostenible de los ecosistemas, contribuyendo a la mitigación de escenarios de cambio climático y los desafíos que este supone (seguridad hídrica, seguridad alimentaria, pérdida de biodiversidad, salud, reducción de riesgo de desastres). Es por ello, que el enfoque se basa en la implementación de estrategias ecosistémicas que brinden de manera simultánea beneficios económicos y sociales (Cohen-Shacham et al., 2016), adaptando criterios de sostenibilidad, gobernanza, viabilidad económica y adaptación a las complejidades ecológicas y sociales particulares de cada región. Teniendo en cuenta que las SbN integran acciones de protección, uso y restauración de ecosistemas, es posible clasificar cinco categorías, las cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Enfoques de la SbN

ENFOQUES ECOSISTÉMICOS QUE RESPONDEN A RETOS CLIMÁTICOS	
Enfoques ecosistémicos en temas específicos	Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)
	Mitigación basada en Ecosistemas (MbE)
	Reducción del riesgo de desastres basada en ecosistemas (Eco-RRD)
OTROS ENFOQUES ECOSISTÉMICOS QUE RESPONDEN A RETOS CLIMÁTICOS Y NO CLIMÁTICOS	
Enfoques de restauración de ecosistemas	Restauración ecológica
	Ingeniería ecológica
	Restauración de paisajes
	Corredores biológicos y conectividad ecológica
Enfoques ecosistémicos relacionados a infraestructura	Infraestructura natural
	Infraestructura verde
	Infraestructura azul
	Infraestructura híbrida
Enfoques de manejo basados en ecosistemas	Manejo integrado de ecosistemas terrestres
	Manejo integrado de zonas costeras y marítimas
	Manejo integrado de recursos hídricos
Enfoques de conservación de ecosistemas	Manejo de áreas protegidas (MAP)
	Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMEC)

Fuente: Adaptado de MADS, 2018

Los enfoques que responden de manera directa al cambio climático buscan principalmente la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, adaptación a los efectos del cambio climático y la disminución de amenazas causadas por fenómenos naturales. Particularmente, la adaptación basada en ecosistemas (AbE) se basa en el uso de la biodiversidad y los servicios derivados de ella como estrategia para la adaptación y mitigación de impactos climáticos (MADS, 2018), brindando sostenibilidad y beneficios múltiples que pueden brindar las diferentes acciones. De manera general, la AbE considera como acción fundamental, la restauración para generar resiliencia ante el cambio climático. A continuación, se presentan algunos ejemplos con diferentes medidas con este enfoque.

Tabla 3. Enfoques de la AbE

MEDIDA	BENEFICIOS
Restauración de ecosistemas de humedales y sabanas inundables	• Aumento de capacidad de respuesta ante inundaciones
Abonos orgánicos	• Mejoramiento de la capacidad del suelo para aumentar la absorción y retención de humedad de suelos sobreexplotados y degradados.
Acondicionamiento de suelos	
Mantenimiento y mejoramiento de cuerpos y cursos de agua	• Fortalecimiento de la regulación hídrica y reducción de estrés hídrico • Regulación de caudales • Aumento de la disponibilidad hídrica • Disminución de procesos erosivos • Protección y recuperación de la biodiversidad, incluyendo funcionalidad ecosistémica
Manejo integrado del recurso hídrico	
Restauración de nacederos y restauración en sitios de rondas hídricas	
Restauración de ecosistemas acuáticos, incluyendo marinos y costeros	• Barrera contra vientos. • Reducción de fuerza de mares de leva. • Aumento de la resistencia frente a la velocidad de los vientos. • Reducción de sensibilidad frente a ascenso del nivel del mar. • Reducción de riesgo de contaminación de acuíferos por intrusión marina. • Protección y recuperación de la biodiversidad, incluyendo funcionalidad ecosistémica. • Aumento de tránsito de especies; flujo e intercambio genético; aumento de biodiversidad. • Contribución a seguridad alimentaria. • Disfrute paisajístico y valor cultural. • Provisión a largo plazo de servicios ecosistémicos
Conectividad de ciénagas con ríos y quebradas.	
Recuperación de caños	
Recuperación de espejos de agua	
Restauración, reforestación, rehabilitación, enriquecimiento y regeneración asistida	• Reducción de erosión, deslizamientos y fallas Subsuperficiales • Favorecimiento en el drenaje subterráneo. • Interrupción de la lluvia directa al suelo. • Aumento de la resistencia frente a la velocidad de los vientos. • Barrera contra expansión de desertificación. • Captura de agua (niebla). • Reducción de competencia por acceso a recurso hídrico intraespecia (flora); reducción de estrés hídrico. • Recuperación de la biodiversidad, incluyendo funcionalidad • Polisombra.
Manejo forestal	
Gestión integrada del paisaje	

MEDIDA	BENEFICIOS
	• Sensación térmica menor: reducción de radiación solar directa; reducción de impactos de islas de calor en las ciudades. • Entreparches para creación de corredores; reducción de fragmentación; aumento de tránsito de especies; flujo e intercambio genético; aumento de biodiversidad • Protección y recuperación de la biodiversidad. • Reducción de ataques de fauna al ganado. • Favorecimiento de procesos de regeneración natural. • Protección de árboles semilleros. • Creación de empleo: censo y mapeo de árboles de importancia comercial, y diversificación de alternativas económicas. • Contribución a seguridad alimentaria. • Disfrute paisajístico y valor cultural. • Control de vectores
Programas de repoblamiento y conservación in situ y ex situ de especies	• Protección y recuperación de la biodiversidad. • Reducción de ataques a ganado.
Rescate y traslado de especies	
Franjas multiestrato (micro y mesocorredores)	• Es una herramienta de manejo de paisajes que busca restablecer las áreas de bosques a través de franjas de diferente ancho. Puede utilizarse para procesos a escala local y de paisaje.
Corredor de polinizadores	• Es una HMP que puede ser desde una cerca viva, una franja multiestrato o un microcorredor y que su principal característica es que impulsa la regeneración natural a partir de la siembra casi exclusiva es plantas que requieran dispersión por animales (zoocoria).
Cercas vivas	• Reducción de procesos erosivos eólicos. • Polisombra. • Sensación térmica menor. • Barrera rompevientos. • Reducción en la fragmentación ecosistémica. • Aumento de la biodiversidad. • Reducción de ataques de fauna al ganado. • Favorecimiento de flujo de especies. • Forraje como alternativa alimenticia del ganado. • Minimiza velocidad del viento, que causa la erosión eólica. • Aumento de infiltración y conservación de humedad en suelos. • Mejora en el paisaje: disfrute escénico
Terrazas de muro vivo	• Estabilidad/retención de los suelos. • Reducción de pendientes. • Minimiza deslizamientos. • Aumento de la infiltración y humedad: concentra la • humedad en los suelos. • Aporte de materia orgánica.
Declaración de áreas protegidas y otras figuras de conservación	• Provisión a largo plazo de servicios ecosistémicos. • Protección y recuperación de la biodiversidad
Concertación de áreas de conservación, exclusión y aprovechamiento	

MEDIDA	BENEFICIOS
Refugios de Fauna	
Definición de estructura ecológica principal	
Muros de contención natural: Vegetación y rocas	• Reducción de riesgos por deslizamientos. Ascenso en el nivel del mar
Control integral de incendios	• Reducción de riesgo por incendios forestales
Manejo de matorrales y arbustos	
Construcción de franjas contrafuegos	
Control de especies invasoras o foráneas (terrestres o acuáticas)	• Protección y recuperación de la biodiversidad. • Aumento de la biodiversidad
Instalación de bebederos para fauna	• Protección de biodiversidad. • Reducción de ataques de fauna al ganado.

Fuente: Adaptado de MADS, 2018

Tabla 4. Enfoques complementarios de la SbN

MEDIDA COMPLEMENTARIA	BENEFICIOS
Riego por goteo	• Control de humedad del suelo, reducción de pérdida de • recurso y aumento en la eficiencia de riego
Recolección y aprovechamiento de aguas lluvias	• Reducción de presión de aguas superficiales y subterráneas y alternativa de disponibilidad de recurso en temporadas secas para riego y otros usos
Establecimiento de sistemas agropecuarios diversos y sostenibles.	• Mantenimiento de diversidad genética agrícola y forestal. • Reducción de presión de recursos forestales. • Reducción de emisiones de GEI. • Reducción de impacto de ganado en los suelos. • Reducción de compactación de suelos. • Conservación y aumento en la salud edáfica. • Forraje como alternativa alimenticia del ganado. • Diversificación y fortalecimiento de alternativas económicas. • Diversificación de dieta alimenticia. • Fortalecimiento de seguridad alimentaria. • Reducción de pérdidas de cultivos.
Enriquecimiento al azar en espacios abiertos	
Enriquecimiento de plantaciones existentes	
Ganadería intensiva.	
Construcción de establos.	
Implementación de sistemas agroforestales	
Manejo de pasturas	
Uso de leguminosas para disminución del uso de fertilizantes nitrogenados	
Uso de cultivariedades resilientes a fenómenos hidrometereológicos	
Huertas familiares y comunitarias	
Apicultura.	• Polinización de flores “silvestres”; aumento de la biodiversidad. • Brinda alternativas económicas; incremento de capacidad de respuesta. • Reducción de presión de especies silvestres de consumo directo (carne de monte). • Aprovechamiento de desechos para generación de energía.
Comercialización de miel y productos asociados: polen, propóleos, jaleas, ceras.	
Zoocriaderos.	
Aprovechamiento forestal de no maderables.	
Jardín ecológico	
Recolección y venta de semillas y fruto.	
Criaderos de cerdos, cabras, etc.	
Galpones de gallinas ponedoras.	
Piscicultura en estanque y jaulones	
Silvopastoriles	• Aumento en el bienestar animal y en la calidad de los productos asociados

MEDIDA COMPLEMENTARIA	BENEFICIOS
Promoción de programas de veda con alternativas productivas	• Reducción de presión ecosistémica; fortalecimiento de la resiliencia natural
Fortalecimiento y apoyo de emprendimientos sostenibles comunitarios	• Brinda alternativas económicas. • Construcción de confianza y tejido social. • Credibilidad institucional
Horno forrajero	• Alternativa de comida para animales de granja en temporadas de extremos atmosféricos.
Adecuación de captaciones de agua (jagüeyes)	• Captación, almacenamiento y acceso de agua a través de jagüeyes en áreas desérticas. • Aumento de la resiliencia social y ecosistémica. • Reducción de la pérdida de biodiversidad por deshidratación
Captación y reutilización de aguas grises para fines agrícolas	• Reducción de presión de cuerpos de agua usados para drenaje. • Aumento de la capacidad adaptativa en condiciones de sequía.
Alertas tempranas. Monitoreo y vigilancia frente fenómenos hidrometreológicos. Uso de alertas orientadas a reducción de riesgo y seguridad alimentaria y alternativas económicas productivas	• Aumento en la capacidad a adaptativa frente a riesgo por deslizamientos e inundaciones súbitas. • Creación y/o fortalecimiento de acciones preventivas y de respuesta. • Reducción de intensidad de impactos. • Reducción de sensibilidad
Construcción de invernaderos y huertas	• Diversificación de dieta alimenticia y alternativas económicas. • Fortalecimiento de seguridad alimentaria. • Aumento en la confianza y tejido social.
Incentivos a la conservación. Instrumentos económicos para la conservación. Fondos de agua. Mercados de confianza y ecoetiquetado. Certificación y ecoetiquetado. BanCO2–PSA. Proyectos REDD. Familias guardabosques o protectoras	• Pago por conservación de bosques. • Pago por acciones de protección, conservación, restauración y regeneración asistida o activa. • Beneficios tributarios. • Alternativas económicas. • Reducción de presión ecosistémica. • Incremento de resiliencia social y ecosistémica. • Protección y/o restauración de ecosistemas. • Reconocimiento de prácticas campesina, indígena y afro.
Ecoturismo	• Aumento de la capacidad adaptativa comunitaria. • Diversificación de alternativas económicas. • Reducción de la presión sobre los recursos naturales
Programas de capacitación en diferentes oficios y temáticas (incluyendo instrumentos de política pública)	• Fortalecimiento de resiliencia social. • Acceso democrático a la información y a la construcción conjunta para la toma de decisiones
Producción y fortalecimiento de información, conocimiento y saber y sistemas de divulgación	• Acceso e intercambio democrático a la información. • Transparencia. • Confianza institucional.
Campañas permanentes de sensibilización hacia el cuidado ecosistémico (bienes y servicios ecosistémicos amenazados o vulnerables por efectos asociados a	• Apropiación de ecosistemas, bienes y servicios ecosistémicos que facilitan acciones de conservación. • Reducción de presiones.

MEDIDA COMPLEMENTARIA	BENEFICIOS
variabilidad y cambio climático).	
Biodiversidad y servicios ecosistémicos como solución para enfrentar los retos asociados a los cambios en el clima.	
Bioingeniería	• Reducción de erosión, deslizamiento y fallas subsuperficiales. • Integración al paisaje. • Reducción de impactos ambientales producto de obras grises. • Favorecimiento de procesos de regeneración natural. • Reducción de costos en obras
Vías verdes	• Reducción en la mortandad de fauna por atropellamiento. • Reducción del aislamiento de poblaciones e impactos asociados (empobrecimiento genético, cambios en los patrones reproductivos, endogamia, enfermedades). • Protección de la biodiversidad
Elevadas	
Pasos de fauna	
Propiciar diálogo e intercambio de saberes para la formulación, implementación y monitoreo de acciones AbE	• Creación o fortalecimiento de las capacidades de respuesta ante distintas amenazas. • Reconocimiento y valor del conocimiento integral: visión conjunta de lo histórico local más aporte científico tradicional. • Confianza multiactor • Creación de acciones innovadoras y eficientes. • Protección de patrimonio cultural y ecológico
Protección y fortalecimiento de conocimientos locales	
Programas de intercambio comunitario participante de proyectos u acciones AbE (lecciones aprendidas)	• Creación o fortalecimiento de las capacidades de respuesta ante distintas amenazas. • Confianza multiactor. • Creación de acciones innovadoras y eficientes. • Embajadores AbE

Fuente: Adaptado de MADS, 2018

Por su parte, el enfoque de restauración es acogido en las SbN con el objetivo de acelerar la recuperación de áreas degradadas y reducir riesgos derivados del cambio climático como la inundación, perdida de suelo y de biodiversidad, brindando mayores servicios de aprovisionamiento y regulación con beneficios económicos para las comunidades. En entornos urbanos, es importante articular la restauración con los diseños urbanos para mejorar la calidad del aire y del agua y, por ende, la calidad de vida de sus habitantes (Cohen-Shacham et al., 2016).

Considerando que bajo los escenarios de cambio climático, la región de Cundinamarca experimentará a finales de siglo aumentos de la temperatura entre 1 a 2,5 °C y aumento de precipitación a razón de 10 a 40% (MADS, 2018), es importante encaminar las estrategias de restauración/rehabilitación bajo el concepto de SbN, puesto que, más allá de la recuperación de estructura y composición, es fundamental recuperar la funcionalidad de los ecosistemas para la regulación hídrica, reducción de vulnerabilidad ante inundaciones y procesos erosivos, almacenamiento de carbono, reducción de fragmentación y mejora del paisaje.

Es por ello que en el marco del proyecto "*Acciones de Rehabilitación Ecológica en zonas de interés con participación comunitaria en las cuencas del Río Bogotá y Alto Suárez*", las estrategias acogen los criterios de las SbN, recuperando la función y provisión de servicios en las rondas hídricas de las cuencas objeto de las implementaciones con una amplia participación

social en el diseño de estrategias que se adapten a las realidades sociales y económicas de los predios.

2.4. SOBRE LAS HERRAMIENTAS DE MANEJO DE PAISAJES RURALES (IAVH)

Las Herramientas de Manejo de Paisajes Rurales – HMPR son estrategias que buscan que la biodiversidad de conserve y/o recupere dentro de paisajes rurales con actividades productivas. En las zonas rurales, los predios se constituyen en unidades de manejo de territorios y paisajes y sus sistemas de producción moldean la matriz del paisaje en un rango entre las áreas conservadas y las áreas degradadas.

La mejor estrategia para el manejo de los paisajes es ensamblar los predios en un cambio de matriz de paisaje degradado hacia la recuperación del paisaje a través de diferentes estrategias de manejo del paisaje. El Instituto Alexander von Humboldt desarrolló una serie de herramientas de manejo de paisaje que contribuyan con diferentes propósitos de manejo. En la Tabla 5 se muestran las principales alternativas.

Tabla 5. Herramientas de manejo de paisaje

ESTRATEGIA	HMPR
Conservación de remanentes de ecosistemas naturales	- Cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento - Enriquecimiento de bosque natural - Ampliación de parches de bosque o cañadas
Incremento de la conectividad a través de corredores biológicos	- Corredores biológicos - Cercas vivas mixtas - Árboles dispersos
Herramientas complementarias para la negociación de herramientas de manejo del paisaje para la conservación	- Sistema silvopastoril - Agroforestales - Banco de proteínas - Bosque dendroenergético

Fuente: Instituto Alexander Von Humbold

Todas las iniciativas anteriores deben generar impactos positivos para:

- La biodiversidad y los ecosistemas
- Los medios de vida de las familias en la zona rural
- La gestión institucional y la gobernanza local.

Según lo propuesto por el IAvH, las HMPR requieren una serie de mecanismos facilitadores, dentro de los cuales se identifican: Económicos – financieros, Reglamentarios jurídicos, Institucionales, Educativos y de sensibilización, Técnicos y de la misma capacidad de Autogestión.

3. ÁREAS SELECCIONADAS PARA LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN

La selección de las áreas para el desarrollo de procesos rehabilitación ecológica en el marco del presente contrato ha tenido una serie de etapas y procesos descritos en los productos anteriores (Ver Producto 4, 5 y 6).

Cada uno de estos predios fueron obtenidos con base a una valoración y análisis que obedece al ejercicio de elaboración de una matriz multicriterio, la cual se desarrolló mediante la combinación de datos provenientes de las listas de chequeo y de los criterios de priorización de áreas establecidos en el Producto 4.

Los resultados generados fueron relacionados con la información encontrada en los documentos de caracterización realizados para cada predio (Producto 5), consiguiendo de un total de 60 predios la selección de 46 con viabilidad de implementación, de los cuales 27 de ellos hacen parte de la cuenca del Río Bogotá y 19 de la cuenca Alto Suárez (Producto 6).

Tabla 6. Proceso técnico para el planteamiento de las estrategias de rehabilitación

PROCESO TÉCNICO	PRODUCTO CONTRACTUAL
Línea base a escala de cuenca y subcuenca para definir los predios para el desarrollo de procesos de rehabilitación según los lineamientos de la CAR.	Productos 2 a Producto 4
Caracterización de suelos, flora, fauna, disturbios y condiciones sociales para la rehabilitación en los predios seleccionados.	Producto 5
Caracterización detallada de cada uno de los predios seleccionados para el desarrollo de los procesos de rehabilitación.	Producto 6

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024

En la Tabla 7, se encuentran los predios seleccionados para el desarrollo de procesos de rehabilitación ecológica.

Tabla 7. Predios seleccionados para el desarrollo de procesos de rehabilitación ecológica.

CUENCA	SUBCUENCA	MUNICIPIO	NOMBRE DEL PREDIO
RÍO BOGOTA	Sector Tibitoc - Soacha	Bogotá	Terminal Salitre
			Chorrillos
			Puente de Guadua
			Guaymaral
		Cajicá	El Otoñal
			El Manzano
		Cota	Chicú
	Río Teusacá	La Calera	Altamar 1
			Altamar 2
			Villa Mar
			Las Vegas
			El Conflicto
			Altos de la Calera
			Lote3
			Colegio Departamental
			UMATA
		Sopó	Villa Dolly

CUENCA	SUBCUENCA	MUNICIPIO	NOMBRE DEL PREDIO
			La Corraleja
			Hacienda Casa Blanca
	Río Balsillas	El Rosal	Pozo Cartagena
	Río Chicu	Tenjo	San Pedro
			Conglomerado San Alejo, Andes, Corralejas y Arrayanes
	Río Negro	Zipaquirá	Amoladero
			Refugio Alpino
			Colegio La Salle
			Sector Villa Unión - Montearroyo
	Río Frío		El Esterillal
	Río Neusa	Tausa	La Pluma
			Río Susagua
RÍO ALTO SUAREZ	Río Alto Ubaté	Carmen de Carupa	Villa María del Cerro
			El Tibar
			La Floresta
		Ubaté- Carmen de Carupa	Qda. El Mortiño (Triunfo y Las vegas)
		Ubaté	San Miguel
	Río Suta		Novilleros
	Río Lenguazaque	Cucunubá	El Borrachero
	Río Susa	Susa	Belinia
			La Huerta
			Santa Helena
			Aposentos
			Paunita
			Pauna
			El Campano
			El Cantino
			Planta Eléctrica
	Río Simijaca		Moiba
			Cascada

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2023

Se tiene un total de **46 predios** priorizados que cumplen con los requisitos de la CAR, de los cuales:

Cuenca Río Bogotá	Subcuencas	7
	Municipios	9
	Predios	27

Cuenca Alto Río Suarez	Subcuencas	5
	Municipios	4
	Predios	19

Esta distribución permite tener una muestra representativa de 46 predios en las 2 cuencas y la intervención distribuida en 12 subcuencas, 13 Municipios y dando cumplimiento a los criterios establecidos por la CAR, los cuales son:

- *Zonas de fuentes hídricas que por acto administrativo (Resolución) tienen delimitación de ronda y que pertenecen a las cuencas de los ríos Bogotá y Suárez;*

- *Predios públicos que a partir del diagnóstico y/o línea base y/o caracterización se hayan identificado como áreas de importancia ambiental y/o hídrica;*
- *Áreas que desde el diagnóstico y/o línea base y/o caracterización se hayan definido como áreas de importancia ambiental y/o hídrica y sean de propiedad (con documento legal que demuestre esta situación) de Juntas de Acción Comunal y/o Asociaciones de Acueducto.*
- *Selección de áreas/ predios donde exista mayor interés por parte de los actores locales y donde se presenten la menor cantidad de tensionantes, de tal manera que se pueda generar acuerdos con miras a la sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo de la presente inversión.*
- *Selección de áreas según los criterios expuestos por la CAR en su comunicación del 4 de noviembre de 2022, donde se incluyen áreas de interés de conservación por parte de las alcaldías y la CAR.*

Por lo tanto:

- Se ha dado preferencia a las áreas públicas que tengan rondas y con preferencia a las áreas con adecuaciones hidráulicas según lo mencionado anteriormente.
- Las áreas públicas serán especialmente aquellas que tengan un uso de conservación o se encuentren dentro de la estructura ecológica principal o correspondan a las áreas de interés por conservación.
- Las áreas públicas que se seleccionen con las alcaldías y que no deben estar ubicadas en zonas de proyectos
- Las áreas privadas deberán ser mayores a 10 has y tener zonas de ronda. Los propietarios deben manifestar su interés en la iniciativa y generar un acuerdo voluntario de compromiso de mantenimiento a largo plazo.

Para este estudio y a la luz de caracterización e información base obtenida de los resultados en los productos anteriores se identifica que el área de objetivo que abarca este proyecto es de 11.853 ha, que corresponde a 90 cuerpos de agua: 31 ríos (donde se destaca el río Bogotá con 1.892 ha), 57 quebradas, una laguna (Laguna de Fúquene) y un complejo lagunar (Complejo Lagunar Cucunubá y Palacios con 3.214 ha). Por otra parte, producto de los recorridos participativos, interacción institucional y cartografías sociales, cuyos resultados detallados se presentan en los productos que anteceden este escrito (especialmente los productos 4 a 6), se identifican las principales problemáticas que se evidenciaron en las áreas objetivo las cuales se tipifican en la siguiente sección, así como se definen los lineamientos de las estrategias RHEP y SbN que aplican y que deben guiar los procesos de implementación.

4. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN, REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN

En atención a lo estipulado en el Plan Nacional de Restauración y a los pasos correspondientes, se ha desarrollado la siguiente tabla que determina dependiendo del proceso que se desarrolle, cuáles son los pasos que se llevarán a cabo:

Tabla 8. Pasos a seguir

PASOS	RESTAURACIÓN	REHABILITACIÓN	RECUPERACIÓN
1. Definir el ecosistema o comunidad de referencia.	Si	Si/No	No
2. Evaluar el estado actual del ecosistema que se va a restaurar.	Si	Si/No	No
3. Definir las escalas y niveles de organización.	Si	Si	No
4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio.	Si	No	No
5. Lograr la participación comunitaria.	Si	Si	Si
6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema.	Si	No	No
7. Establecer los tensionantes para la restauración a diferentes escalas.	Si	Si	Si
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración.	Si	Si	Si
9. Propagar y manejar las especies.	Si	Si/No	Si/No
10. Seleccionar los sitios.	Si	Si	Si
11. Diseñar acciones para superar los tensionantes para la restauración.	Si	Si/No	Si/No
12. Monitorear el proceso de restauración.	Si	Si	Si
13. Consolidar el proceso de restauración	Si	Si	Si

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

Según lo establecido, se realizarán:

- Procesos de rehabilitación en 46 predios

Un criterio de diseño fundamental para los arreglos de rehabilitación ecológica relacionado con el uso del suelo es la posibilidad de integración de estos últimos a los intereses del propietario, es decir, que en la mayoría de los casos las áreas a intervenir no podrán planearse en términos de sucesiones ecológicas (que también es una tipología de diseño), sino que deberán integrar biodiversidad “útil” a matrices que en general responden a usos identificados.

- **Potencial de rehabilitación en los predios**

Para establecer cuales acciones o estrategias de rehabilitación se escogerán dentro del abanico de alternativas descritas anteriormente (acciones de rehabilitación, soluciones basadas en la naturaleza, acciones de adaptación basada en ecosistemas, herramientas de manejo de paisaje), se realizó una revisión de todos los predios frente a algunos criterios definidos durante los procesos de caracterización (Productos 5 y 6).

Se propuso establecer un grupo de acciones de rehabilitación que atendieran las características de los predios y el propósito de la rehabilitación por parte de los propietarios.

Tabla 9. Matriz de determinación de potencial de rehabilitación

No.	Predio	Degradación Suelo		Flora y fauna				Tensionantes		Interés de los propietarios	
		Alta	Medio a bajo	Sin vegetación	Predominan especies priserales	Predominan especies mesoserales	Especies mesoserales con relictos de bosques secundarios	Presentes sin control	Presentes controlados	Definido para conservación	Definido para conservación y actividad productiva
1	Chorrillos	X				x		x		X	
2	Chicú	X						x			X
3	Villa doly	X			x			x			X
4	San Pedro		X			x		x		X	
5	Conglomerado Tenjo		X			x		x		X	
6	Amoladero	X						x			X
7	Refugio Alpino		X			x			x	X	
8	Rio Susagua	X			x			x		X	
9	Bilenia		X			x		x			X
10	La Huerta		X		x				x		X
11	Altamar	X			x				x		X
12	El Esterillal		X		x				x	X	
13	Santa Helena		X				x		x		X
14	Aposentos		X		x			x			X
15	Villamar	X			x			x			X
16	Las vegas	X			x			x			X
17	El Conflicto	X			x			x			X
18	Altos de la calera	X			x			x			X
19	Lote 03	X			x			x			X
20	Quebrada el Mortiño		X				x		x	X	
21	Novilleros	X			x			x			X
22	San Miguel	X			x			x		X	
23	Colegio la Salle	X			x			x		X	
24	Villa Unión	X			x			x			X
25	Paunita 1		X			x		x		X	
26	Borrachero		X			x		x			X
27	Villa Maria del cerro		X			x		x		X	
28	Pauna		X		x			x			X

29	Moiba		X			x		x			X
30	Pozo Cartagena		X			x		x			X
31	El Tibar		X		x			x		X	
32	Puente de Guadua	X			x				x	X	
33	Guaymaral		X		x			x		X	
34	Terminal salitre	X			x				x	X	
35	El Otoñal	X			x			x		X	
36	La Corraleja	X			x			x			X
37	Colegio Departamental	X			x			x			X
38	La Cascada		X		x			x			X
39	El Manzano		X			x			x		X
40	La Floresta		X			x		x			X
41	Umata		X	x					x		X
42	Campano		X		x					X	
43	El cantino		X		x			x		X	
44	Planta Electrica		X		x						X
45	Hacienda Casa Blanca		X		x			x			X
46	La Pluma	X				x		x		X	

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

Según la tabla anterior, se establece el potencial de rehabilitación en los predios si:

- Existe el interés del/los propietarios
- Si los tensionantes están presentes y pueden ser controlados
- Si existe conectividad ecológica con áreas conservadas cercanas que incrementen el potencial de regeneración natural por dispersión y polinización o como se promueve la regeneración natural.

En el caso de los predios seleccionados, todos tienen potencial de rehabilitación y existen algunos casos donde los tensionantes están presentes, pero pueden ser controlados con aislamientos físicos y acuerdos de manejo. La mayoría de los predios tiene flora y fauna de etapas tempranas de la sucesión, por lo que la selección de las especies de árboles debe incluir especies que atraigan polinizadores y dispersores o tener estrategias específicas como corredores de polinizadores y dispersores.

Tabla 10. Matriz de estrategias de rehabilitación por predio

ID_PREDIO	PREDIO	*ESTRAT_REHAB*
1	Chorrillos	Franja Multiestrato - Jardineria Ecologica
1	Chorrillos	Franja Multiestrato-Contravientos
1	Chorrillos	Franja Multiestrato- Corredor Polinizadoras
1	Chorrillos	Enriquecimiento
2	Chicu	Franja Multiestrato
3	Villa Doly	Franja Multiestrato
4	San Pedro	Enriquecimiento
4	San Pedro	Precursor leñoso bajo multipropósito
5	Conglomerado Tenjo	Enriquecimiento
6	Amoladero	Franja Multiestrato
7	Refugio Alpino	Enriquecimiento
8	Río Susagua	Franja Multiestrato
9	Bilenia	Franja Multiestrato
10	La Huerta	Franja Multiestrato
11	Altamar	Franja Multiestrato
12	El Esterillal	Enriquecimiento
13	Santa Helena	Enriquecimiento
13	Santa Helena	Franja Multiestrato
14	Aposentos	Franja Multiestrato
15	Villamar	Franja Multiestrato
16	Las Vegas	Franja Multiestrato
17	El Conflicto	Franja Multiestrato
18	Altos de La Calera	Franja Multiestrato
19	Lote 3	Franja Multiestrato
20	Quebrada Mortiño	Franja Multiestrato
20	Quebrada Mortiño	Enriquecimiento
21	Novilleros	Franja Multiestrato
21	Novilleros	Seto Vivo Perimetral
22	San Miguel	Franja Multiestrato
23	Colegio La Salle	Franja Multiestrato
24	Villa Union	Nucleación
25	Paunita	Franja Multiestrato
26	El Borrachero	Seto Vivo Perimetral
26	El Borrachero	Enriquecimiento
26	El Borrachero	Franja Multiestrato
27	Villa Maria del Cerro	Franja Multiestrato
27	Villa Maria del Cerro	Seto Vivo Perimetral
28	Pauna	Franja Multiestrato
29	Moiba	Enriquecimiento
29	Moiba	Franja Multiestrato

ID_PREDIO	PREDIO	*ESTRAT_REHAB*
30	Cartagena	Franja Multiestrato
30	Cartagena	Seto Vivo Perimetral
31	El Tibar	Franja Multiestrato
31	El Tibar	Enriquecimiento
31	El Tibar	Seto Vivo Perimetral
32	Puente Guadua	Enriquecimiento
32	Puente Guadua	Franja Multiestrato
33	Guaymaral	Enriquecimiento
34	Terminal Salitre	Enriquecimiento
34	Terminal Salitre	Seto Vivo Perimetral
35	El Otoñal	Franja Multiestrato
35	El Otoñal	Seto Vivo Perimetral
36	La Corraleja	Cerco Vivo
36	La Corraleja	Franja Multiestrato de herbáceas y arbóreas
36	La Corraleja	Franja Multiestrato
37	Colegio Departamental	Franja Multiestrato
38	La Cascada	Enriquecimiento
38	La Cascada	Franja Multiestrato
39	El Manzano	Franja Multiestrato
40	La Floresta	Seto Vivo Perimetral
40	La Floresta	Franja Multiestrato
41	UMATA	Franja Multiestrato
42	El Campano	Enriquecimiento
43	El Cantino	Enriquecimiento
43	El Cantino	Seto Vivo Perimetral
44	Planta Eléctrica	Ampliación de bosque ripario
44	Planta Eléctrica	Enriquecimiento
45	Casa Blanca	Franja de arbustos y herbáceas multiestrato
45	Casa Blanca	Cerco Vivo
45	Casa Blanca	Franja multiestrato
46	La Pluma- Guaquica	Franja Multiestrato
46	La Pluma- Guaquica	Seto Vivo Perimetral Multiestrato
46	La Pluma- Guaquica	Núcleos 10 metros
46	La Pluma- Guaquica	Núcleos 20 metros
46	La Pluma- Guaquica	Núcleos 40 metros
46	La Pluma- Guaquica	Enriquecimiento

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

- **Acciones de rehabilitación y diseños**

Franjas multiestrato (micro a mesocorredores)
Descripción: Son áreas de vegetación que se establecen dentro de un paisaje fragmentado. Estas franjas tienen diferentes anchos y están compuestas por una variedad de especies vegetales, desde herbáceas y arbustos hasta árboles. Se basa en implementar una franja con especies arbustivas y arbóreas, aumentando los estratos de vegetación y diversidad en estas áreas. Acorde a la disponibilidad de los espacios presentes efectos de la regeneración puntual y a esquemas de intervención encontradas en campo. Las dimensiones dependen de las condiciones del terreno y la extensión del predio. Estas franjas o bandas pueden ser utilizadas como como conectores de vegetación. En términos de biodiversidad las franjas multiestrato según lo reportado y revisado por Ramírez 2016, en su análisis de las Prácticas ASAC (Agricultura Sostenible Adaptada al Clima) en el Cauca proveen los siguientes beneficios: Actúan como corredores biológicos para las plantas y animales. Funcionan como barreras vivas para controlar la erosión. Protegen el suelo a través del establecimiento de árboles. Conservan la humedad en los terrenos de ladera. Actúan como filtro capturando los sedimentos que van en el agua de escurrimiento. Se logra la captura de carbono por la presencia de árboles en las franjas Multiestrato. En consecuencia, son ampliamente útiles para acciones de rehabilitación. Chazdon, R. L. (2008): En su artículo " Más allá de la deforestación: Restauración de bosques y servicios ecosistémicos en tierras degradadas ", menciona las franjas multiestrato como una técnica para mejorar la conectividad del paisaje y facilitar el movimiento de fauna silvestre en áreas restauradas, y recomienda la plantación de árboles y arbustos nativos en las franjas para proporcionar alimento y refugio a diferentes especies animales.
Diseño: Sistema mediante tres bolillos o rectangular, distancia de siembra variables de entre 1.2m y 2,5m de acuerdo a las condiciones topográficas del predio y las especies seleccionadas para cada arreglo florístico.
Especies de flora a utilizar: Especies nativas, adaptadas a las condiciones climáticas, edáficas y topográficas del lugar. Agrupada en grupos funcionales por "*seres*", las cuales corresponden a las etapas sucesionales de los rodales. Estas están representadas en **priseres:** las cuales son las especies que se desarrollan en los primeros años después del disturbio. **Mesosere:** que corresponde a una etapa intermedia que, en la mayoría de los casos, corresponde a la formación de un rastrojo y/o de un bosque secundario, **Tardisere:** una etapa más avanzada, que en general se distingue por la presencia de árboles propios de los bosques mejor conservados.
Recomendada para predios con características: se pueden utilizar en una amplia variedad de predios y áreas para la rehabilitación. Aplica para áreas desprotegidas de vegetación arbustiva como pastizales o zonas postcultivos, Paisajes fragmentados, áreas degradadas, zonas agrícolas, y áreas potrerizadas.
Predios donde se planea instalarla: En consecuencia con lo anterior se plantea establecer en el 80% de los predios priorizados: Chicú, Villa Doly, Amoladero, Refugio Alpino, Río Susagua, Bilenia, La Huerta, Altamar 1, Altamar 2, Aposentos, Villamar, Las Vegas, El Conflicto, Altos de La Calera, Lote 3, Quebrada Mortiño, Novilleros, San Miguel, Colegio La Salle, Paunita, El Borrachero, Villa María del Cerro, Pauna, Moiba, Pozo Cartagena, El Tibar, Puente Guadua, El Otoñal, La Corraleja, Colegio departamental, La Cascada, El Manzano, La Floresta, UMATA, Hacienda Casa Blanca, La Pluma.

Corredor de Polinizadores
Descripción: es un área lineal de vegetación natural, diseñada para conectar diferentes hábitats y proporcionar alimento, refugio y sitios de reproducción para los polinizadores, como abejas, mariposas, aves y murciélagos. Se utilizan plantas con flores, que ofrezcan néctar y polen a los polinizadores durante todo el año. Se seleccionan especies nativas y adaptadas a las condiciones climáticas y del suelo del lugar (Rose y Müller-Using. 2021). Se densifica con especies herbáceas para controlar la presencia de pasto kikuyo y otras especies invasoras en estas áreas. Se complementa con aporte de semillas de especies herbáceas que mejoraran la biodiversidad y permiten más oportunidad de competencia para el pasto kikuyo *(Cenchrus clandestinus).* En paisajes agrícolas, los programas de conservación ambiental incentivan el uso de setos perennes florales sobre linderos de predios para fomentar polinización, por tanto los corredores de polinizadores son recursos clave para mejorar la abundancia y persistencia de la población de polinizadores y promoviendo la inoculación de paisajes adyacentes (Kremen & M'Gonigle, 2015).
Diseño: El diseño del corredor debe considerar la conectividad entre diferentes hábitats, la topografía del terreno y la presencia de obstáculos. El sistema de plantación o líneas de árboles se hace en tres bolillos, con una distancia variable entre los 0.5 y los 1.0m de acuerdo a las especies y topografía del sitio.
Especies de flora a utilizar: Para este arreglo se hace necesario el uso de precursores leñosos los cuales son las primeras plantas de tipo arbusto, arbolito o árbol que dominan en la prisere. Su forma y tamaño pueden variar mucho, pero en general, se trata de plantas leñosas de crecimiento rápido, de reproducción profusa y heliófitas. Algunos precursores pueden ser semi-esciófitos (toleran sombreado medio). Otros tienen aptitud pionera. Los precursores facilitan el establecimiento de los inductores. Como ejemplo podemos encontrar especies como: *Cyperus niger, Cyperus cf odoratus, Cyperus cf Rufus, Carex chordalis, Lupinus spp, Miconia squamulosa, Ageratina tinifolia, Baccharis bogotensis*
Recomendada para predios con características: Paisajes fragmentados: Zonas deforestadas, Áreas degradadas: Rondas hídricas, Zonas de laderas, zonas afectadas por incendios forestales. Áreas urbanas: Parques y jardines: **Corredores verdes**: En general, se recomienda usar el corredor de polinizadores en cualquier predio o área donde se quiera mejorar la conectividad ecológica y facilitar el movimiento de polinizadores. Aumentar la biodiversidad y favorecer una mayor variedad de especies de polinizadores. Crear espacios verdes para la recreación y la educación ambiental. Entre otros beneficios ecológicos.
Predios donde se planea instalarla: Chorrillos.

Enriquecimiento al azar en espacios abiertos o árboles dispersos (HMP)
Descripción: Consiste en plantar especies nativas de las diferentes categorías sucesionales (Priserales, Mesoserales y Tardiserales) mediante esquema que permita el desarrollo fisiológico de cada una de ellas para el enriquecimiento de la diversidad local. La plantación se realiza en áreas abiertas o alrededor de árboles dispersos, de forma aleatoria y sin seguir un patrón predefinido. Moreno, S y Moreno B, 2016, utilizaron la estrategia de enriquecimiento con especies nativas en territorio colectivo del Bajo Calima. Sembrando 2170 árboles distribuidos en 27 especies con gran valor ecológico y buena adaptación al ecosistema. Alberto y Vides. 2020, Realizaron un piloto de enriquecimiento de áreas cubiertas con matorral con especies nativas valiosas y de uso múltiple en las fincas, con el objeto de fomentar el uso forestal sostenible de estas zonas. Se utilizó especies nativas y se consideró los intereses y necesidades de cada propietario para el enriquecimiento.
Diseño: Sistema mediante tres bolillos o rectangular, distancia de plantación variables de entre 1.2m y 2,5m de acuerdo a las condiciones topográficas del predio y las especies presentes seleccionadas para cada arreglo florístico. Este arreglo está condicionado por las especies expresadas en el área de implementación, respetando el área ocupada por cada individuo encontrado en el área.
Especies de flora a utilizar: Especies nativas, adaptadas a las condiciones climáticas, edáficas y topográficas del lugar. Agrupada en grupos funcionales por "*seres*", las cuales corresponden a las etapas sucesionales de los rodales. Estas están representadas en **priseres:** las cuales son las especies que se desarrollan en los primeros años después del disturbio. **Mesosere:** que corresponde a una etapa intermedia que, en la mayoría de los casos, corresponde a la formación de un rastrojo y/o de un bosque secundario, **Tardisere:** una etapa más avanzada, que en general se distingue por la presencia de árboles propios de los bosques mejor conservados.
Recomendada para predios con características: Se utiliza en áreas de regeneración efectiva, con presencia de matorrales, vegetación arbórea dispersa, o en sitios en los cuales se ha intervenido y la plantación es dispersa y difusa. Se elimina invasoras y se siembra alrededor mediante esquema niñera o nodriza.
Predios donde se planea instalarla: Chorrillos, San Pedro, Conglomerado San Alejo, Conglomerado Arrayanes, El Esterillal, Quebrada Mortiño, El Borrachero, Moiba, El Tíbar, Puente Guadua, Guaymaral, Terminal Salitre, La Cascada, El Campano, El Cantino, Planta Eléctrica.

Jardín ecológico
Descripción: Sendero lineal se plantea plantación de especies arbustivas de floración permanente de tal manera que se logre atraer avifauna e insectos y por otra parte se mejore los espacios con cobertura arbórea dispersa que proporcione sombrío y sea de especies nativas que favorezca los procesos de conectividad, con el resto de las estrategias implementadas para consolidar el corredor ripario. La jardinería ecológica busca mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, tener asuntos de pedagogía ambiental, mejorar las zonas verdes. Como criterios generales se consideran: utilizar especies nativas, favorecer la diversidad vegetal, proteger el suelo, reducir mantenimientos, y favorecer la participación ciudadana, entre otros (Domínguez Gento, P y Domínguez Gento, A. 1998.).
Diseño: El diseño específico de un jardín dependerá de las características del área, y las preferencias de los propietarios
Especies de flora a utilizar*: especies nativas arbóreas y arbustivas, adaptadas a la zona de implementación por características climáticas y edaficas, con producción copiosa de flores, que ofrezcan una recompensa floral cuantiosa para los polinizadores. A manera de ejemplo especies como: Citharexylon subflavecens, Tecoma stans, Senna multiglandulosa, Myrcianthes Leucoxyla, Streptosolen jamesonii, Abutilón spp*
Recomendada para predios con características: En el ámbito de la rehabilitación ecológica, se recomienda usar Jardinería ecológica en una amplia variedad de predios. Paisajes fragmentados: Para conectar diferentes hábitats y facilitar el movimiento de fauna. Áreas degradadas: Para rehabilitar la vegetación y el ecosistema en áreas que han sido afectadas por actividades humanas o fenómenos naturales. Áreas urbanas: Para crear espacios verdes sostenibles que beneficien a la comunidad.
Predios donde se planea instalarla: Chorrillos

Refugios de Fauna
Descripción: Son espacios y/o artilugios especialmente diseñados para brindar protección y refugio a especies de mamíferos de tamaño pequeño que se encuentran en áreas degradadas o en peligro de extinción. Albarracín-Caro et al. (2017) estudiaron la importancia de los refugios de fauna para la conservación de las aves en el bosque seco tropical de Colombia. Los autores encontraron que los refugios de fauna albergan una mayor diversidad de aves que las áreas no protegidas, y que estas áreas son especialmente importantes para la conservación de especies amenazadas. Basto et al. (2017) evaluaron la efectividad de los refugios de fauna para la conservación de los mamíferos en la Amazonía brasileña. Los autores encontraron que los refugios de fauna son efectivos para proteger a los mamíferos de la caza y la deforestación, y que estas áreas son importantes para la conservación de especies de mamíferos amenazados.
Diseño: Se construyen con residuos de madera post-tala, a los cuales se les dará una forma cónica. Con una base de 3,5 m enterrada en el suelo a 50 cm o 70 cm y 2m de altura. Dentro de la estructura se colocará residuos de madera, la estructura será camuflada con residuos de materia orgánica para generar una mayor protección. La ubicación será cercana a los parches de bosque o arbustos más representativos en el área o donde se identifique utilidad como madriguera. Se construyen dos refugios y dos perchas por cada predio.
Especies de flora a utilizar: No Aplica

Recomendada para predios con características: Predios que cuenten con vegetación boscosa en el interior o de manera adyacente. Ecosistemas con vegetación fragmentada. No aplica para áreas donde no hay vegetación.
Predios donde se planea instalarla: Chorrillos, Moiba, Quebrada Mortiño, Conglomerado Tenjo, Altamar, El Esterillal, Novilleros, El Borrachero, Cartagena, El Tíbar, La Corraleja, La Floresta, villa Dolly, La Pluma y Guanquica

Siembras comunitarias
Descripción: consiste en la organización y participación de la comunidad en la siembra de árboles y plantas nativas en áreas degradadas. Generar la cohesión social alrededor de las cuencas hidrográficas no solo implica las acciones propias de sensibilización sino también involucrar a los vecinos y dolientes de los ríos, en ese sentido las jornadas de siembras en especial las comunitarias requieren la colaboración y la coordinación entre los miembros. Al participar en estas actividades conjuntas, las personas aprenden a trabajar juntas, resuelven problemas y fortalecen los lazos sociales, lo que contribuye a una mayor cohesión dentro del territorio (Bernal Sarminento N, Et al. 2021). Así, como lo plantean documento denominado "el fortalecimiento de la participación comunitaria en los procesos de siembras participativas de la reserva natural Ecoparque Sabana de la fundación Jaime Duque, a través de la educación ambiental" que en la Cumbre de las Américas, de acuerdo con Montes de Oca (1988), se resalta la importancia que tiene la participación ciudadana en la materia ambiental, en donde se maneja el concepto de desarrollo participativo, entendido como un proceso por el cual las partes interesadas ejercen influencia y comparten el control sobre las iniciativas de desarrollo, las decisiones y los recursos. El supuesto fundamental es que sólo una ciudadanía comprometida y responsable, universalmente representada y activamente participativa, será capaz de aportar a las decisiones públicas una auténtica representación de las prioridades nacionales. (Montes de Oca, 1988, P30). Es por ello que, estas jornadas de siembra son la oportunidad para educar a los miembros de la comunidad sobre la importancia de la conservación de las cuencas y sus afluentes con el ánimo de aumentar la concienciación ambiental y promover comportamientos más respetuosos con el entorno.
Diseño: Se establece el diseño definido para el predio a intervenir acorde a las características y condiciones implícitas y a las especies definidas para su rehabilitación.
Especies de flora a utilizar: Todas las especies descritas en las estrategias
Recomendada para predios con características: Aplica para todos los predios donde se requiere fortalecer el tejido social y empoderar a la comunidad para fortalecer la sostenibilidad de estas iniciativas de rehabilitación ecológica.
Predios donde se planea instalarla: Las siembras comunitarias se plantean en los predios: Terminal Salitre, Chicú, Chorrillos, Puente Guadua, Guaymaral, El Otoñal, Quebrada El Amoladero,

Cercas vivas.
Descripción: consiste en la siembra de una o varias hileras de árboles y arbustos de especies nativas para crear una barrera natural. Es una barrera multiestrato y multipropósito. Se utiliza para delimitar las fincas, predios, generar conectividad y aprovechar los beneficios que prestan los árboles. Las distancias y densidades dependen de las especies a utilizar y el objeto de su instalación. Se pueden utilizar en rehabilitación ecológica como sugiere Casas-

Matiz, y Cabezas, 2017 en la fase 1 de intervención de la rehabilitación del Parque Van der Hamen. Lerma Lasso, J. L. et al. 2023. Establecieron Cercas vivas multiestrato a diferentes distancias de siembra con el propósito de proteger, regular y mejorar el caudal de fuentes hídricas, así como mejorar las condiciones edáficas de un sistema silvopastoril y proveer un microclima adecuado para el desarrollo de especies forrajeras
Diseño: Pueden ser diseñados con Una, dos o tres líneas perimetrales al borde externo de los predios. Las especies arbóreas cuyo objetivo es la cerca se siembran en promedio cada 2.5 metros de manera lineal. Cuando se acompaña de especies arbustivas estás se siembra entre 1.0 y 1.3 metros entre plantas para formar un seto vivo junto a la cerca, y generar mayor protección.
Especies de flora a utilizar: Especies nativas, adaptadas a las condiciones climáticas, edáficas y topográficas del lugar. Agrupada en grupos funcionales por "*seres*", las cuales corresponden a las etapas sucesionales de los rodales. Estas están representadas en **priseres:** las cuales son las especies que se desarrollan en los primeros años después del disturbio. **Mesosere:** que corresponde a una etapa intermedia que, en la mayoría de los casos, corresponde a la formación de un rastrojo y/o de un bosque secundario, **Tardisere:** una etapa más avanzada, que en general se distingue por la presencia de árboles propios de los bosques mejor conservados.
Recomendada para predios con características: Predios que requieran aislamiento, delimitación de lotes, predios con linderos de caminos, vías y predios con vecinos con sistemas agroproductivios.
Predios donde se planea instalarla: Hacienda Casa Blanca

Nucleación
Descripción: Los esquemas de nucleación en los que se generan microhábitats de área superior a 64 m2 separados entre sí, que pueden favorecer la interacción entre especies dinamizando el proceso sucesional para cubrir la totalidad del espacio de restauración en un horizonte de tiempo (Corbin y Holl, 2012; Bechara, 2006). Tanto el enfoque de plantación como el de nucleación han demostrado ser efectivos en términos del 18 reclutamiento de especies, pero la nucleación implica menores costos de intervención (Corbin et al., 2016; Zahawi et al., 2013). Para este caso se plantea una estrategia de nucleación con parcelas (núcleos) que contengan una fracción de cada una de las especies que se seleccionen para la restauración. Cada núcleo debería diseñarse en forma aproximada a la circular, por considerarse óptima ya que implica un menor borde por unidad de área, reduciendo el efecto de las perturbaciones al interior del núcleo (Cook, 2001; Forman, 1995) Citado en Ruiz (2018).
Diseño: El diseño esta propuesto para componerse, con anillos de grupos funcionales por "*seres*" a saber: "precursores leñosos, mesoserales y tardiserales" compuestos por varias líneas, de distintas densidades según las condiciones climáticas edáficas y topográficas., el objetivo de este diseño es realizar una rehabilitación basada en núcleo compuestos por diversidad de especies vegetales que asemejen el ecosistema de referencia de la zona.
Especies de flora a utilizar: Especies nativas, adaptadas a las condiciones climáticas, edáficas y topográficas del lugar. Agrupada en grupos funcionales por "*seres*", las cuales corresponden a las etapas sucesionales de los rodales. Estas están representadas en **priseres:** las cuales son las especies que se desarrollan en los primeros años después del disturbio. **Mesosere:** que corresponde a una etapa intermedia que, en la mayoría de los casos, corresponde a la formación de un rastrojo y/o de un bosque secundario, **Tardisere:** una etapa más avanzada, que en general se distingue por la presencia de árboles propios de los bosques

mejor conservados.
Recomendada para predios con características: Se recomienda para áreas relativamente grandes, ya que genera bajos costos con respecto a la reforestación tradicional (Benayas, Bullock, & Newton, 2008). Sin embargo, los núcleos menos densos (densidad de plantación de 1,1 m) son mejores para controlar la regeneración de invasora como aulagas (*Genista scorpius*) y tienen tasas de crecimiento de árboles más rápidas. Wilson, et al. 2021. En consecuencia, cuando se utiliza esta estrategia se planteó reducir distancia entre núcleos.
Predios donde se planea instalarla: Villa Unión y La Pluma.

La selección de las especies de flora se realizó en función de 2 criterios:

1. Los resultados de la caracterización (producto 5).
2. La disponibilidad de las especies en viveros

Las especies de flora seleccionadas son las siguientes (Tabla 11).

Tabla 11. Descripción de las trece especies de plantas (árboles y arbustos) seleccionados para rehabilitación

No.	Familia	*Nombre Científico*	Nombre común	Características Ecológicas	Biotopo de preferencia	"sere" o serie sucesional
1	Cunnoniaceae	*Weinmannia tomentosa*	Encenillo	Árbol de hasta 25m, distribuido entre 2400 a los 3700 msnm. Ideal para evitar la degradación del suelo, ya que sus raíces son profundas y de buen agarre. Dispersión por viento. Atrae polinizadores. Para restauración en etapas mesoserales. Usos: Cercas vivas, Madera, leña y carbón. Corteza para curtiembre de cuero. Especie clave para apicultura.	Prefieren suelos inclinados arenosos, con buena capa orgánica, bien drenados y en ocasiones rocosos	Tardiseral
2	Melastomataceae	*Miconia abbreviata*	Tuno	Arbusto de unos 2,5 m. Hojas simples, opuestas y enteras, lámina con tres venas subparalelas. Inflorescencia en panículas terminales. Frutos en baya de color café con semillas pequeñas. Usos: es muy útil como planta medicinal con propiedades antitusígenas.	Suelos ricos en materia orgánica.	Priseral

No.	Familia	*Nombre Científico*	Nombre común	Características Ecológicas	Biotopo de preferencia	"sere" o serie sucesional
3	Elaeocarpaceae	*Vallea stipularis*	Campano	Árbol perenne, hasta 15 m de altura, distribuido entre 1600-1900 msnm. Atrayente de polinizadores por sus flores y de avifauna por sus frutos Usos: Cercas vivas, microcorredores. Especie clave para apicultura, Maderable, Medicinal como cicatrizante y anestésico.	Prefieren suelos bien drenados y ricos en materia orgánica y profundos.	Priseral
4	Asteraceae	*Baccharis macrantha*	Ciro	Arbusto o arbolito de crecimiento rápido. Hasta 6 m de altura, flores de color blanco y fruto en aquenio Por su morfología floral es altamente atractivo para los polinizadores, al igual atrayente de avifauna. Usos: Cerca viva, Controlar erosión del suelo, Proteger rondas hídricas.	Son generalmente plantas ruderales, y abundan en zonas perturbadas, Se desarrolla en ambientes secos y con algo de humedad ambiental en suelos pesados y degradados, pero con algo de materia orgánica. Especie tolerante a suelos con fertilidad baja.	Priseral
5	Asteraceae	*Baccharis latifolia*	Chilco	Arbusto de crecimiento rápido de 3 a 4 m. Distribuido entre 1800 y 3300 msnm. Por su morfología floral es altamente atractivo para los polinizadores, al igual atrayente de avifauna. Es excelente para rehabilitar áreas de potreros abandonadas. Sus frutos son alimento de insectos, aves y mamíferos. USOS: Medicinal desinflamatorio y excelente para cercas vivas.	Son generalmente plantas ruderales, y abundan en zonas perturbadas. Es tolerante a suelos. Regula la erosión.	Priseral

No.	Familia	*Nombre Científico*	Nombre común	Características Ecológicas	Biotopo de preferencia	"sere" o serie sucesional
6	Myricaceae	*Morella parvifolia*	Laurel de cera o laurel hojimenudo	Árbol de hasta 15 m de altura. Hojas glabras y elípticas de 3 a 6 cm de longitud. Ha sido descrita como especie de sucesión inicial. Fijadora de nitrógeno en asociación con un actinomiceto. Flores verdes a amarillas, frutos en pequeñas cápsulas de color grisáceo que crecen apretadas contra las ramas y están completamente cubiertos de cera. Atrae fauna como insectos y aves: dispersores y polinizadores. Usos: La cera que recubre los frutos se usa para fabricar barnices, betunes y velas. Las hojas se usan para condimentar carnes.	Se establece en suelos degradados y muy degradados, con presencia de erosión e incluso que han tenido ganadería. Impulsa la regeneración natural.Controla la erosión.	Mesoseral
7	Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aliso	Árbol de hasta 20 m de altura, sus frutos son unas nueces aladas, hojas resinosas y en forma ovada.Regenera suelos. Atrayente de polinizadores, fijación de nitrógeno, previene erosión y mejora de calidad del agua.Para silvopastoriles y control de erosión en rondas hídricas. Usos: leña, construcción de casas corteza para curtir cueros y las hojas para el reumatismo. Carbón vegetal Esta especie es muy recomendable para mejorar las condiciones de los suelos, pasturas naturales y como estabilizadoras de torrentes con problemas de erosión	Prefiere suelos bien drenados. Se encuentra en cañadas y laderas húmedas entre 1400 - 3200 m.s.n.m..Es de suelos profundos o medianamente profundos con subsuelo rocoso.	Mesoseral

No.	Familia	*Nombre Científico*	Nombre común	Características Ecológicas	Biotopo de preferencia	"sere" o serie sucesional
8	Rosaceae	*Hesperomeles goudotiana*	Mortiño	Especie de planta tipo arbusto o árbol pequeño nativo que se encuentra entre los 2600-3700 metros de altitud. Usos: restauración ecológica para hábitat y alimento de fauna silvestre. Atrae avifauna polinizadora pues es heliófita y melífera especialmente por Apis mellifera y la Diglossa humeralis.También es una planta medicinal, pues alivia la fiebre y disminuye la tos.Es una especie clave para apicultura.	Prefiere suelos bien drenados ricos en materia orgánica y es tolerante a suelos con fertilidad baja.	Mesoseral
9	Ericaceae	*Macleania rupestris*	Uva camarona	Arbusto perenne de 3m de altura. Distribuido entre los 2000 - 3500 msnm. Inflorescencias terminales color rojo y frutos en forma de bayas redondas de color morado. Muy importante para los mamíferos y avifauna dado los nectarios en sus flores y sus frutos comestibles abundantes. Las bayas son consumidas y dispersadas por Turdus fuscater y el Tremarctos ornatus.USOS: Elaboración de mermeladas y dulces. Muy nutritivas	Crece en sitios húmedos, en suelos con alta pendiente, ácidos, escarpados, baja materia orgánica y afloraciones rocosas, Es una especie ideal para la recuperación de suelos y reforestación de zonas intervenidas.	Mesoseral
10	Myrthaceae	*Myrcianthes leucoxyla*	Arrayán	Árbol de hasta 25 m de altura Ayuda con la regeneración de suelos, atrae especies de fauna especialmente polinizadores. Usos: Regula la erosión en rondas hídricas. Elaboración de herramientas. Frutos comestibles. Preparación de dulces Medicinal para dolores de muela.	Suelos con buena humedad, bien drenados, suelos con buena materia orgánica y suelos profundos con fertilidad alta.	Mesoseral
11	Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Cucharo	Árbol entre 5 y 20 m de altura. Distribuido entre 800 y 3200 msnm. Atrae fauna como insectos y aves (tangaras), Polinización, control de erosión. Usos: Cercas vivas Apicultura Es medicinal para picaduras. Barrera cortavientos. Agroforestales y	Tolera suelos de baja fertilidad. Recupera suelo.	Mesoseral

No.	Familia	*Nombre Científico*	Nombre común	Características Ecológicas	Biotopo de preferencia	"sere" o serie sucesional
				leña		
12	Primulaceae	*Myrsine guianensis*	Cucharo	Árbol pequeño perennifolio, hasta 10 m de altura. Atrae fauna como insectos y aves, Polinización, control de erosión. Usos: Cercas vivas, Especie clave para Apicultura.	Tolera suelos de baja fertilidad	Mesoseral
13	Araliaceae	*Oreopanax floribundum*	Mano de oso	Árbol endémico de Colombia. 25 m de altura. Alimento para la fauna como: Pavas, Tucancito, la Elaenia, la Cotinga, la Mirla. Usos: Micro corredores, Cercas vivas, Madera para guitarras y utensilios de cocina. Restauración ecológica, Recuperación de suelos y/o áreas degradadas.	Muy variada desde Húmeda, Muy húmeda a Seca. Planta con crecimiento vertical y horizontal rápidos en suelos bajo uso pecuario.	Mesoseral

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

De acuerdo con la tabla de descripción de las trece especies de plantas (árboles y arbustos) seleccionadas en el producto 5 para la rehabilitación ecológica en zonas de interés con participación comunitaria en la cuenca del río Bogotá y Alto Suárez, y considerando la disponibilidad de estas especies en viveros que cumplen con las condiciones establecidas en el anexo técnico, se obtiene un total de 244,607 individuos de los 575,000 individuos totales proyectados. Esto representa un cumplimiento del 85% de disponibilidad de las trece especies seleccionadas en el producto 5, como se puede apreciar en la figura 6.

Tabla 12. Disponibilidad en viveros de trece especies de plantas (árboles y arbustos) seleccionados para rehabilitación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISPONIBILIDAD VIVERO
Aliso	Alnus acuminata	13230
Arrayán	*Myrcianthes leucoxyla*	32622
Campano	Vallea stipularis	-
Chilco	Baccharis latifolia	72449
Ciro	Baccharis macrantha	50330
Cucharo	Myrsine coriacea	22546
Cucharo espadero	Myrsine guianensis	3419
Encenillo	Weinmannia tomentosa	13660

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISPONIBILIDAD VIVERO
Laurel de cera	Morella parvifolia	13259
Mano de oso	Oreopanax floribundum	2643
Mortiño	Hesperomeles goudotiana	6843
Tuno	Miconia abbreviata	13606
Uva camarona	Macleania rupestris	-
TOTAL		**244607**

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

Figura 6. Disponibilidad de especies en vivero



Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

No obstante, es relevante destacar que dos de las especies seleccionadas, el campano (*Vallea stipularis*) y la uva camarona (*Macleania rupestris*), no se encuentran disponibles en los viveros identificados. Ante esta limitación, se ha llevado a cabo un exhaustivo proceso de evaluación y selección de especies nativas alternativas que cumplen con los objetivos del proyecto y que cuentan con disponibilidad en los viveros. Este proceso ha dado como resultado un listado de 41 especies nativas, las cuales se han proyectado en un total de 330,393 individuos.

Tabla 13. Disponibilidad de especies en viveros

ESPECIES NATIVAS		
NOMBRE COMÚN	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**DISPONIBILIDAD VIVERO**
Abutilón	*Abutilon hybridum*	25
Alcaparro	*Senna multiglandulosa*	536
Amargoso	*Ageratina tinifolia*	34910

ESPECIES NATIVAS		
NOMBRE COMÚN	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**DISPONIBILIDAD VIVERO**
Angelito	*Monochaetum myrtoideum*	7351
Arboloco	*Smallanthus pyramidalis*	2017
Cajeto	*Citharexylum subfavescens*	19098
Camargo	*Verbesina crassiramea*	6939
Canelo	*Drimys granadensis*	366
Caucho Tequendama	*Ficus tequendamae*	25
Cedro	*Cedrella s.p.*	208
Cerezo	*Prunus buxifolia*	956
Chicalá amarillo	*Tecoma stans*	435
Chicalá rosado	*Delostoma integrifolium*	2168
Cocua	*Verbesina crassiramea*	1638
Corono	*Xylosma spiculifera*	19415
Duraznillo	*Abatia parviflora*	17712
Espino garbanzo	*Duranta mutisii*	3116
Fucsia	*Fuchsia boliviana*	176
Gaque	*Clusia multiflora*	2466
Garrocho	*Viburnum triphyllum*	42492
Granizo	*Hedyosmum colombianum*	400
Guayacán de Manizales	*Lafoensia acuminata*	3126
Gurrubo	*Lycianthes lycioides*	188
Hayuelo	*Dodonaea viscosa*	49965
Laurel hoja grande	*Morella pubescens*	7553
Laurel hoja pequeña	*Morella parvifolia*	10889
Lupinos	*Lupinus bogotensis*	1612
Macle	*Escallonia pendula*	15253
Mermelada	*Streptosolen jamesonii*	27
Raque	*Vallea stipularis*	5145
Roble	*Quercus humboldtii*	172
Salvio	*Buddleja bullata*	50
Sangregado	*Croton mutisianus*	204
Sauco	*Sambucus s.p.*	3360
Sietecueros	*Tibouchina lepidota*	11542
Tibar	*Escalllonia paniculata*	37864
Tilo	*Tilia s.p.*	535
Tinto	*Monnina aestuans*	7063
Totumo	*Crescentia cujete*	6511
Trompeto	*Bocconia frutescens*	2398
Tuno esmeraldo	*Miconia squamulosa*	4487

ESPECIES NATIVAS		
NOMBRE COMÚN	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**DISPONIBILIDAD VIVERO**
TOTAL		**330393**

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

Este ajuste en la selección de especies y cantidad de individuos tiene como finalidad cumplir con la meta establecida para los 46 predios. De esta manera, se garantiza la efectividad y sostenibilidad de las acciones de rehabilitación ambiental en la cuenca del río Bogotá y Alto Suárez, asegurando la recuperación de la biodiversidad.

De igual manera, el desarrollo de procesos de rehabilitación tanto en predios privados como en predios públicos debe responder a las prioridades definidas por los propietarios, de esta manera, las acciones de rehabilitación complementan una decisión de manejo del predio y a su vez, al responder a una decisión de los propietarios se tiene una mayor posibilidad de sostenibilidad en el tiempo.

Se tienen predios con contextos diferentes:

- Predios con interés exclusivo en la conservación de la biodiversidad
- Predios con interés en procesos de conservación y educación ambiental
- Predios con interés de conservación y turismo
- Predios con interés productivo: agricultura y ganadería
- Predios que no tienen definido su interés.

Las acciones de rehabilitación deben permitir:

- Cumplir con el objetivo de rehabilitación de ecosistemas de la CAR
- Cumplir con el objetivo del propietario del predio: público o privado.
- Generar beneficios a los propietarios

Teniendo en cuenta que cada predio es diferente y con contextos diferentes, se han planteado algunas estrategias para que los procesos de rehabilitación tengan posibilidades de mantenerse después de finalizado el presente contrato. Estas recomendaciones buscan darle oportunidades de crecimiento a mediano y largo plazo. En la Tabla 14, se encuentran descritos por cada predio, el objetivo de la rehabilitación, las acciones de rehabilitación planteadas, los beneficios y algunas de las estrategias de sostenibilidad recomendadas. Esto es fundamental teniendo en cuenta que la mayoría de los predios mantienen tensionantes que pueden afectar la sostenibilidad de los procesos de rehabilitación.

Tabla 14. Descripción por cada predio del objetivo de la rehabilitación, las acciones de rehabilitación planteadas, los beneficios identificados y algunas de las estrategias de sostenibilidad recomendadas.

No.	PREDIO	Propietario	Objetivo de la Rehabilitación	Acciones de rehabilitación propuestas	Beneficios esperados	Recomendaciones para la sostenibilidad
1	Chorrillos	CAR	Paisaje y recreación. Desarrollo de un parque lineal para incentivar el turismo	- Franja multiestrato - Franja Multiestrato – Jardinería ecológica - Franja multiestrato – corredor de polinizadores - Enriquecimiento - Perchas artificiales - Refugios para fauna	El área se encuentra cerca a unas canchas deportivas y se realiza turismo con lanchas sobre el río.	Valla de información con las especies y su importancia. Visitas de estudiantes a la zona. Incorporar esta zona dentro de la EEP del POT y el Observatorio Ambiental de Bogotá. Mantenimiento con los prestadores turísticos.
2	Chicú	CAR	Incrementar la biodiversidad	- Franja multiestrato	Incremento de la flora y fauna	Cuenta con cerca eléctrica, vigilancia y una estación de monitoreo.
3	Villa Doly	Privado	Rehabilitación y funcionalidad del ecosistema	- Franja multiestrato - Perchas artificiales - Refugios para fauna	Rehabilitar el suelo mediante las especies nativas y mejorar la conectividad funcional	Mantener el aislamiento para ganado de la zona de rehabilitación
4	San Pedro	Alcaldía	Restablecer la vegetación nativa	- Replante y enriquecimiento - Precursor leñoso bajo multipropósito	Incremento de la biodiversidad	Acuerdo de la alcaldía para el mantenimiento, plan de manejo del predio con mecanismos de financiamiento de emprendimientos locales. Guardabosques locales.
5	Conglomerado Tenjo	Alcaldía	Restablecer la vegetación nativa	- Enriquecimiento al azar de áreas abiertas - Perchas naturales - Refugios para fauna	Incremento de la biodiversidad	
6	Amoladero	Público	Incremento de diversidad biológica	- Franja Multiestrato	Mejora en la funcionalidad ecosistémica	Mantener el control sobre las mascotas domésticas para la atracción de fauna nativa, mantener el trabajo articulado con la comunidad local sobre las áreas de rehabilitación.
7	Refugio Alpino	Público	Incremento de vegetación nativa, desarrollo de prácticas de manejo sostenible	- Enriquecimiento	Incremento de la biodiversidad y mayor generación de conocimiento ecológico sostenible.	Generar siembras comunitarias para el cuidado de la zona y el establecimiento de educación ambiental enfocada hacia los niños del territorio.
8	Rio Susagua	Público	Generar prácticas de manejo sostenible, rehabilitar mediante	- Franja Multiestrato	Mejorar la funcionalidad ecosistémica y generar	Continuar con el trabajo articulado por parte de la comunidad local para el

No.	PREDIO	Propietario	Objetivo de la Rehabilitación	Acciones de rehabilitación propuestas	Beneficios esperados	Recomendaciones para la sostenibilidad
			especies nativas, evitar la degradación del suelo		prácticas de manejo sostenible	cuidado del área a rehabilitar.
9	Bilenia	Público	Rehabilitación con especies nativas	- Franja Multiestrato	rehabilitar el suelo, mejorar la funcionalidad del ecosistema.	Mantener el aislamiento de ganado para evitar el daño al área rehabilitada
10	Huerta	Publico	Rehabilitación con especies nativas, trabajo con la comunidad local.	- Franja Multiestrato	rehabilitar el suelo, mejorar la funcionalidad del ecosistema.	Mantener el aislamiento de ganado para evitar el daño al área rehabilitada
11	Altamar	CAR	Incremento de diversidad Biológica	- Franja multiestrato	Mejorar la funcionalidad ecosistémica	Plan de manejo del predio. Emprendimientos con la comunidad que promuevan la conservación.
12	Esterillal	Alcaldía	Restablecer la vegetación de subpáramo	- Enriquecimiento - Perchas artificiales - Refugios para mamíferos	Incremento de la biodiversidad	Cerca del alambre del Municipio. Visitas de los centros educativos.
13	Santa Helena	Público	Mejora de la conectividad, rehabilitación de especies nativas.	- Franja Multiestrato - Enriquecimiento	Mejorar la conectividad, atracción de fauna nativa e incremento de la biodiversidad.	Mantener el aislamiento y realizar los mantenimientos correspondientes.
14	Aposentos	Público	Rehabilitación con especies nativas	- Franja Multiestrato	Mejorar la funcionalidad ecosistémica	Mantener el aislamiento y realizar los mantenimientos correspondientes.
15	Villamar	Privado	Incrementar la diversidad de especies en la zona de ronda del Río Teusacá.	- Franja Multiestrato	Establecer conectividad, mejorar la funcionalidad del ecosistema.	Continuar con el trabajo articulado por parte de la comunidad local para el cuidado del área a rehabilitar
16	Las Vegas	Privado	Incrementar la diversidad de especies en la zona de ronda del Río Teusacá.	- Franja multiestrato	Incremento de flora y fauna	Mantener el control sobre las especies invasoras e incorporar las acciones de rehabilitación.
17	El Conflicto	Privado	Incrementar la diversidad de especies en la zona de ronda del Río Teusacá.	- Franja multiestrato	Mejorar la funcionalidad ecosistémica	Mantener el aislamiento y el contacto entre la comunidad local para el cuidado de la zona de rehabilitación
18	Altos de la Calera	Privado	Restablecer la vegetación nativa	- Franja multiestrato	Recuperar la degradación del suelo y mejorar la funcionalidad ecosistémica	Establecer acuerdos con la comunidad local sobre el paso del ganado sobre el predio y el cuidado de la zona de rehabilitación
19	Lote 03	Privado	Restablecer la vegetación nativa y rehabilitar el suelo.	- Franja multiestrato	Recuperar la degradación del suelo y mejorar la	Mantener el aislamiento para evitar el ingreso del ganado y realizar los

No.	PREDIO	Propietario	Objetivo de la Rehabilitación	Acciones de rehabilitación propuestas	Beneficios esperados	Recomendaciones para la sostenibilidad
					funcionalidad ecosistémica	mantenimientos correspondientes.
20	Quebrada el mortiño	Público	Implementación de prácticas de manejo sostenible, restablecer vegetación nativa	- Franja multiestrato - Enriquecimiento - Perchas artificiales - Refugios para fauna	Generar un manejo sostenible, mejorar la funcionalidad del ecosistema y rehabilitación del suelo	Mantener el trabajo con la comunidad local sobre el cuidado del páramo y la importancia de la rehabilitación con las especies nativas
21	Novilleros	Público	Reconformar el bosque de ribera de la ronda de los ríos Ubaté y Suta.	- Franja Multiestrato - Seto vivo perimetral - Perchas naturales - Refugios para fauna	Aumentar la diversidad de especies vegetales en la zona de ronda de los ríos Ubaté y Suta generando mayor conectividad.	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección de la zona, mantener el cerco protector para evitar el ingreso de ganado que pueda afectar el área implementada.
22	San Miguel	Público	Restablecer el bosque ripario para incrementar la biodiversidad y mejorar la belleza escénica.	- Franja multiestrato - Perchas naturales	Valorización del predio por la belleza escénica y el incremento de la biodiversidad	Acuerdo de mantenimiento con la Alcaldía
23	Colegio la Salle	Público	Reconformar el bosque de ribera y la zona de ronda de la Quebrada El Amoladero aumentando la conectividad.	- Franja multiestrato	Aumentar la diversidad de especies vegetales, generando mayor conectividad en la ronda de la Quebrada El Amoladero	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección de la zona y evitar el ingreso de agentes externos que puedan afectar el área implementada.
24	Villa Unión	Público	Reconformar el bosque de ribera y la zona de ronda de la Quebrada El Amoladero aumentando la conectividad.	- Nucleación - Perchas naturales	Aumentar la diversidad de especies vegetales, generando mayor conectividad en la ronda de la Quebrada El Amoladero	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección de la zona y evitar el ingreso de agentes externos que puedan afectar el área implementada.
25	Paunita	Público	Aumentar la diversidad de especies vegetales disminuyendo la fragmentación y aumentando la conectividad de la zona.	- Franja multiestrato - Perchas naturales	Aumentar la diversidad de especies vegetales, generando mayor conectividad	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección de la zona y mantener el cerco protector para evitar el ingreso de agentes externos que puedan afectar el área implementada.
26	Borrachero	Público	Reconformar el bosque alto andino de la zona con especies nativas que permitan aumentar la conectividad de la zona.	- Franja multiestrato - Seto vivo perimetral - Enriquecimiento - Perchas artificiales	Aumentar la diversidad de especies vegetales y animales, densificar el bosque ya existente y	Evitar el ingreso de agentes externos que puedan afectar el área implementada.

No.	PREDIO	Propietario	Objetivo de la Rehabilitación	Acciones de rehabilitación propuestas	Beneficios esperados	Recomendaciones para la sostenibilidad
				- Refugios para fauna	aumentar la conectividad de la zona.	
27	Villa María del Cerro	Público	Restablecer la biodiversidad y el área de bosque	- Franja multiestrato - Seto vivo perimetral	Restablecer algunos atributos del ecosistema	Incorporar las acciones de rehabilitación dentro del plan de manejo de predio y establecer acuerdos con la parroquia (capilla) para la protección de la siembra.
28	Pauna	Público	Reconformar un bosque con especies nativas que contribuyan a mejorar la conectividad de la zona.	- Franja Multiestrato	Disminuir la fragmentación de los bosques aumentando la conectividad	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección de la zona y mantener el cerco protector para impedir el ingreso del ganado al área de implementación.
29	Moiba	Privado	Aumentar la conectividad del área a través de la densificación de especies nativas en áreas abiertas o degradadas.	- Enriquecimiento - Franja Multiestrato - Perchas artificiales - Refugios para fauna	Restablecer la cobertura vegetal de la zona contribuyendo a generar mayor conectividad en la zona.	Evitar el ingreso de factores externos que puedan afectar el área implementada.
30	Pozo Cartagena	Acueducto y CAR	Restablecer la vegetación nativa	- Franja multiestrato - Seto vivo - Perchas artificiales - Refugio para fauna	Provisión de agua Incremento de la biodiversidad	Plan de manejo del predio con el acueducto.
31	El Tibar	Acueducto	Provisión de agua	- Franja multiestrato - Seto vivo perimetral - Perchas artificiales - Refugios para fauna - Enriquecimiento	Provisión de agua Incremento de la biodiversidad	Plan de manejo del predio. Emprendimientos con la comunidad que promuevan la conservación.
32	Puente Guadua	CAR	Mejorar el paisaje reconformar el bosque de ribera del Río Bogotá.	- Enriquecimiento - Franja Multiestrato - Perchas naturales	Mejorar el paisaje para promover el turismo en lanchas.	Valla y catálogo de especies para educación ambiental, trabajo con operadores turísticos.
33	Guaymaral	Privado	Aumentar la diversidad de especies nativas para la protección del cuerpo hídrico (Humedal Guaymaral)	- Enriquecimiento	Densificar la cobertura vegetal del humedal aumentando la conectividad y el tránsito de fauna.	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección de la zona, evitar el ingreso de factores que puedan afectar el área implementada (ganado)
34	Terminal Salitre	Privado	Enriquecer la zona con especies nativas para contribuir a la conectividad de la zona.	- Enriquecimiento - Seto vivo	Mejorar la conectividad, aumentando el flujo de aves por la zona.	Garantizar la protección del área implementada, con el fin de disminuir la mortalidad de los individuos.
35	El Otoñal	Público Alcaldía	Reconformar un bosque de ribera de la ronda de la	- Franja Multiestrato - Seto vivo perimetral	Reconformar el área de ronda de la quebrada La	Mantener el cerco protector para impedir el ingreso del ganado al área de

No.	PREDIO	Propietario	Objetivo de la Rehabilitación	Acciones de rehabilitación propuestas	Beneficios esperados	Recomendaciones para la sostenibilidad
			quebrada La Cruz		Cruz.	implementación.
36	La Corraleja	Privado	Reconformar un bosque de ribera natural y nativo en el río Teusacá.	- Franja multiestrato de herbáceas y arbóreas - Franja multiestrato - Cerco vivo - Perchas artificiales - Refugios para fauna	Generar corredores biológicos en la ronda del río Teusacá.	Mantener el cerco protector para impedir el ingreso del ganado al área de implementación.
37	Colegio Departamental	Público	Reconformar un bosque de ribera natural y nativo en el río Teusacá.	- Franja Multiestrato	Generar corredores biológicos en la ronda del río Teusacá.	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección del área y evitar el ingreso de agentes externos (ganado) que puedan afectar las plantas.
38	La Cascada	Público Alcaldía	Restablecer el bosque nativo de la zona, en la zona que se encuentra desprovista de vegetación a través de enriquecimiento y franjas multiestrato.	- Enriquecimiento - Franja multiestrato	Densificar el bosque nativo presente en el predio.	Evitar el acceso de agentes externos que puedan afectar la implementación (ganado)
39	El Manzano	Público Alcaldía	Conformar un bosque de ribera en la quebrada intermitente del predio.	- Franja multiestrato	Restablecer el bosque de ribera para la protección del cuerpo de agua que allí se encuentra	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección del área implementada
40	La Floresta	Privado (Acueducto Salinas)	Aumentar la conectividad del área a través de la densificación de especies nativas en áreas abiertas o degradadas.	- Franja multiestrato - Seto vivo - Perchas artificiales - Refugios para fauna	Restablecer la cobertura vegetal de la zona contribuyendo a generar mayor conectividad en la zona.	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección del área implementada
41	Umata	Alcaldía	Reconformar un bosque de ribera natural y nativo en el río Teusacá.	- Franja multiestrato	Generar corredores biológicos en la ronda del río Teusacá.	Trabajo con la comunidad aledaña para la protección del área implementada y generar mantenimientos por parte de la Alcaldía de La Calera.
42	El Campano	Alcaldía	Enriquecer la zona de bosque del predio con especies nativas	- Enriquecimiento	Establecer un bosque denso en el predio con especies nativas de la zona.	Trabajo mancomunado con la comunidad para la protección de esta área.
43	El Cantino	Alcaldía	Enriquecer la zona de bosque del predio con especies nativas	- Enriquecimiento - Seto vivo perimetral	Establecer un bosque denso en el predio con especies nativas de la	Trabajo mancomunado con la comunidad para la protección de esta área.

No.	PREDIO	Propietario	Objetivo de la Rehabilitación	Acciones de rehabilitación propuestas	Beneficios esperados	Recomendaciones para la sostenibilidad
					zona.	
44	Planta Eléctrica	Público	Aumentar la cobertura de bosque nativo de la zona.	- Enriquecimiento con árboles y arbustos - Ampliación de bosque ripario - Perchas naturales	Reconformar un bosque alto andino lo más parecido a su estado natural.	Mantener el aislamiento y el contacto entre la comunidad local para el cuidado de la zona de rehabilitación
45	Hacienda Casa Blanca	Privado	Restablecer la conectividad con el cerro Pionono	- Franja de arbustos y herbáceas multiestrato - Franja Multiestrato - Cerco vivo	Generar un corredor biológico para incrementar la conectividad.	Garantizar la protección del área implementada, con el fin de disminuir los tensionantes del área.
46	La Pluma	CAR	Restablecer la cobertura vegetal nativa del Parque Embalse Neusa e impedir la propagación de especies invasoras como el Pino.	- Franja Multiestrato - Seto Vivo Perimetral Multiestrato - Enriquecimiento - Núcleos 10 metros - Núcleos 20 metros - Núcleos 40 metros - Perchas artificiales - Refugios para fauna	Generar un ecosistema lo más parecido a su estado natural inicial (Bosque alto andino) a través de la implementación de especies nativas.	Realizar jornadas de educación ambiental con las comunidades aledañas para incentivar la protección de esta área.

Fuente: Ecodes Ingeniería S.A.S, 2024.

- **Acciones de restauración en el predio Neusa**

El Plan de Restauración Ecológica de los predios Guanquica y La Pluma, localizados en el Parque Forestal Embalse del Neusa del Municipio de Tausa, ha sido desarrollado con el propósito de dar respuesta a la necesidad de impulsar la restauración ecológica en estas áreas. Este plan se ha diseñado con un enfoque en la reintroducción de especies autóctonas y la instalación de dispositivos destinados a la avifauna y mamíferos de pequeño tamaño, con el fin de potenciar la regulación hídrica, así como fomentar la conectividad y proporcionar hábitats adecuados para la fauna local.

El Parque Neusa, situado en el Municipio de Tausa, es un área natural protegida que requiere acciones de restauración ecológica. Los terrenos de Guanquica y La Pluma se enfrentan a diversos desafíos, principalmente derivados de la actividad ganadera, lo que ha provocado la compactación del suelo y la propagación de especies invasoras como *Pennisetum Clandestinum, Holcus lanatus y Antosanthum odoratum*. Asimismo, se ha notado la regeneración de pino (*Pinus patula*) en áreas contiguas. Con el propósito de afrontar estos desafíos, se ha delineado un plan enfocado en la restauración de los servicios ecosistémicos y la promoción de la diversidad florística.

En este contexto, el Plan de Restauración Ecológica del Parque Forestal Embalse del Neusa, dirigido a los predios de Guanquica y La Pluma, contribuirá, en estos esfuerzos, a fomentar la recuperación de especies nativas y la preservación del entorno natural. La restauración ecológica, una disciplina en constante desarrollo, se centra en facilitar el proceso de sucesión ecológica en áreas degradadas o afectadas por disturbios (SER, 2002; McDonald et al., 2016). En este sentido, el plan buscará asistir la recuperación y conservación del ecosistema local, promoviendo el restablecimiento de especies nativas y resguardando el entorno natural. Esto conlleva la identificación y promoción de especies autóctonas, así como la implementación de prácticas de gestión adecuadas para estimular su crecimiento y desarrollo.

En suma, el Plan de Restauración Ecológica de los predios Guanquica y La Pluma en el Parque Forestal Embalse del Neusa del Municipio de Tausa, constituye una respuesta a los desafíos ambientales que enfrentan estas áreas naturales protegidas. Al enfocarse en la plantación de especies autóctonas y la implementación de medidas para la avifauna y mamíferos de pequeño tamaño, se busca no solo mejorar la regulación hídrica, sino también fomentar la conectividad y proporcionar un hábitat adecuado para la fauna local.

En ese sentido, en el marco de este proyecto se realizaron las gestiones pertinentes para la implementación de esta propuesta; sin embargo, debido a que estos predios han sido considerados por la Corporación para otros fines, se presenta en este breve apartado los hallazgos significativos y las estrategias planteadas que promoverán, de ser establecidas, la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico del Parque Neusa.

1. ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PREDIO LA PLUMA (PFEN).

El predio La Pluma, ubicado en el municipio de Tausa, específicamente en la vereda Páramo Bajo, constituye una parte integral de la subcuenca del Río Neusa. Con una extensión aproximada de 77.18 hectáreas, este predio se encuentra en el centro de atención de acciones de restauración ecológica. Uno de los objetivos de estas intervenciones es fomentar la creación de núcleos de biodiversidad en el predio y mejorar la conectividad entre los diferentes parches de bosques para la fauna. Las estrategias diseñadas para alcanzar estos fines son: Núcleos

diversos, franja multiestrato, enriquecimiento, setos vivos perimetrales, refugios para mamíferos, perchas artificiales, cerramiento perimetral.

ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA POR COMPONENTES DEL ECOSISTEMA

Acciones Restauración Ecológica - Flora	1. Incorporación de diversidad de flora nativa, multipropósito y acorde a las condiciones locales. en zonas de potrero
	2. Núcleos diversos.
	3. Implementación de franjas multiestrato.
	4. Implementación de cercas vivas.
Acciones Restauración Ecológica - Fauna	1. Tratamientos atracción de fauna silvestre.
	2. Aislamiento de los predios para protección de flora y fauna de tensionantes como ganadería.
	4. Montaje de 2 Perchas Artificiales
	5. Montaje de 2 Refugios para pequeños mamíferos.
Acciones Restauración Ecológica - Suelo	1. Incorporación de materia orgánica, y nutrientes al suelo
	2. Incorporación de tierra negra para mejora de las características biofísicas del suelo, de manera localizada por cada árbol.
	3. Incorporación de diversidad de flora.
	4. Diseños en plantación en contra de la pendiente para el control de la erosión.

2. ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PREDIO GUANQUICA (PFEN).

La ubicación del predio Guanquica en la vereda Llano Grande, con coordenadas 5°10´56.27" N y 73°56´18.831" W, dentro del municipio de Tausa, lo sitúa como parte integrante del Parque Forestal Embalse del Neusa, específicamente en su costado occidental, en la subcuenca del Río Neusa. Las acciones de restauración ecológica propuestas para este predio no solo representan un valor añadido al proyecto, sino que también incorporan una perspectiva de ecología de la restauración. Se contempla un diseño experimental que permitirá investigar los efectos del tamaño de los núcleos en la sucesión ecológica y la regeneración natural.

La nucleación aplicada, que constituye una parte central de estas acciones, se enfoca en mejorar la recuperación de los bosques naturales mediante la creación de núcleos de vegetación que dependen de la dispersión por parte de especies animales para la propagación de árboles nativos. Este enfoque promueve la formación de bosques con una alta biodiversidad nativa y ofrece un potencial significativo para la restauración a gran escala.

Las acciones de restauración ecológica en el predio Guanquica abarcan aproximadamente 12.2 hectáreas y están diseñadas para maximizar la efectividad de la nucleación aplicada en la región. A continuación, se detallan estas acciones con el objetivo de promover la recuperación y conservación del ecosistema local. Las estrategias diseñadas para alcanzar estos fines son:

Núcleos diversos, franja multiestrato, cercos vivos, refugios para mamíferos, perchas artificiales, cerramiento perimetral.

ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA POR COMPONENTES DEL ECOSISTEMA

Acciones Restauración Ecológica - Flora	1.Plantación de especies nativas en forma multipropósito y acorde a las condiciones locales, en zonas de Potrero como estrategia de control de especies invasoras y mejoramiento de la regulación hídrica.
	2. Modelo de investigación de bloques completos al azar por núcleos.
	3. Implementación de franjas multiestrato.
	4. Implementación de cercas vivas.
Acciones Restauración Ecológica - Fauna	1. Tratamientos atracción de fauna silvestre.
	2. Plantación con especies nativas que proveen alimento y refugio para la avifauna.
	3. Aislamiento de los predios para protección de flora y fauna de tensionantes como ganadería.
	4. Montaje de 12 Perchas Artificiales
	5. Montaje de 12 Refugios para pequeños mamíferos.
Acciones Restauración Ecológica - Suelo	1. Incorporación de materia orgánica, y nutrientes al suelo de manera localizada a cada árbol, siguiendo la recomendación estándar del proyecto.
	2. Incorporación de tierra negra para mejora de las características biofísicas del suelo, de manera localizada por cada árbol.
	3. Plantación de especies con buena producción de biomasa como es el caso de las Asteraceaes.
	4. Incorporación de diversidad de flora.
	5. Diseños en plantación en contra de la pendiente para el control de la erosión.

El proceso de implementación se llevará a cabo de acuerdo con los arreglos florísticos diseñados y en consonancia con lo establecido en la propuesta. En primer lugar, se realizarán una serie de acciones previas para asegurar el éxito de la implementación. Esto incluirá un recorrido de campo con operarios especializados en plantaciones de árboles, la revisión de los arreglos florísticos aprobados, la coordinación de la adquisición de material vegetal y la revisión del cumplimiento de las calidades y especies del material vegetal en el vivero.

Posteriormente, se realizarán acciones de adecuación del terreno, que incluirá el control de invasoras en el predio mediante el uso de guadaña, debido a la extensión del área, así mismo, se llevará a cabo el trazado acorde a los arreglos florísticos aprobados, el plateo regular, el ahoyado el doble del tamaño de la bolsa y la plantación a ras del borde del suelo.

Finalmente, durante la implementación se realizarán acciones de mantenimiento continuo, que abarcarán el control de invasoras, la fertilización según los valores obtenidos en los análisis de suelos, el plateo según las especificaciones técnicas del contrato, el replante y el control fitosanitario de manera orgánica cuando sea necesario. Estas actividades garantizarán el éxito y la efectividad de las acciones de restauración para los diferentes componentes del proyecto.

Para asegurar la efectividad de las acciones de restauración ecológica en el predio Guanquica, se llevará a cabo un exhaustivo monitoreo de los componentes clave del ecosistema, incluyendo la fauna, la vegetación y el suelo, con el propósito de analizar la recuperación de la salud del ecosistema y la disponibilidad de recursos resultantes de estas acciones.

Por último, se considera la probabilidad de fomentar la participación de estudiantes del colegio Llano Grande y grupos interesados de los municipios de Cogua y Tausa en las acciones de toma de información de suelo, vegetación y fauna. Así como, de los estudiantes del semillero de restauración de la Universidad Javeriana y otros interesados a través de la red colombiana de restauración ecológica, con el propósito de fomentar un enfoque participativo en el monitoreo de los ecosistemas restaurados.

5. LITERATURA CITADA

Aguilar, M., Sierra, J., Ramírez, W., Vargas, O., Calle, Z., Vargas, W., Murcia, C., Aronson, J., & Barrera Cataño, J. I. (2015). Toward a post-conflict Colombia: Restoring to the future. Restoration Ecology, 23(1), 4–6. https://doi.org/10.1111/rec.12172

Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH).

Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. https://www.researchgate.net/publication/305766138

Albarracín-Caro, J. I., & Etter, A. (2017). Importance of protected areas for bird conservation in the Colombian dry forest. *Biotropica*, 49(2), 244-253.

Albarracín-Caro, J. F., & Barrera-Cataño, J. I. (2018). Simposio 4. El papel de la fauna en los procesos de restauración ecológica. In Red Colombiana de Restauración Ecológica (Ed.), IV Congreso Colombiano de Restauración Ecológica. I Simposio Internacional Amazónico de Restauración Ecológica (pp. 132–132).

Albarracín-Caro, J. F., Barrera-Cataño, J. I., & Jiménez-Romero, G. L. (2018). Monitoreo de mamíferos en un proceso de restauración ecológica de bosque altoandino (Cundinamarca, Colombia). In Red Colombiana de Restauración Ecológica (Ed.), IV Congreso Colombiano de Restauración Ecológica. I Simposio Internacional Amazónico de Restauración Ecológica (pp. 137–137). Red Colombiana de Restauración Ecológica.

Alberto, R y Vides, C. 2020. Técnicas y Buenas Prácticas para la restauración de ecosistemas y paisajes en Centroamérica y el Caribe. Fondo de Desarrollo Verde para la región SICA / REDD+ Landscape, Agencia de la GIZ. 76 p.

Aronson, J., Renison, D., Rangel-Ch, J. O., Levy-Tacher, S., Ovalle, C., & Pozo, A. del. (2007). Restauración del Capital Natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. Ecosistemas, 16(3), 15–24. http://www.rncalliance.org

Arce-Plata, M. I. et al (2020). Monitoreo comunitario de la biodiversidad en Montes de María. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 32 pp.

Avella-Muñoz, A. (2016). Los bosques de robles (fagáceas) en Colombia: composición florística, estructura, diversidad y conservación. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.

Avella-M. A., García-G. N, Fajardo-Gutiérrez F., González-Melo A. (2019). Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical interandino de Colombia: implicaciones para la restauración ecológica. Caldasia 41(1):12–27. doi: 10.15446/caldasia. v41n1.65859.

Ávila, F.A., Ángel, S.P., & López-C., R. (2010). Diversidad y estructura de un robledal en la Reserva Biológica Cachalú, Encino (Santander-Colombia). Colombia Forestal, 13(1), 87-116.

Balvanera, P., Kremen, C., & Martínez-Ramos, M. (2005). Applying Community Structure Analysis to Ecosystem Function: Examples from Pollination and Carbon Storage. Ecological Applications, 15(1), 360–375. http://www.jstor.org/stable/4543359

Barrera-Cataño, J. I., & Valdés-López, C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. In Edición especial II (Vol. 12).

Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Garzón-Yepes, N. V., Moreno-Cárdenas, A. C., & Montoya-Villareal, S. P. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital (Primera edición). Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).

Barrera-Cataño, J. I., Rojas-Rojas, J. E., Contreras-Rodríguez, S. M., & Basto-Mercado, S. I. (2019). Plan de prevención, manejo y control de las especies de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y retamo liso (*Genista monpessulana*) en la jurisdicción CAR. Convenio 1837 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Pontificia Universidad Javeriana.

Barrera-Cataño, J. I., Solano-Gutiérrez, C. L., González-Peña, S. P., Espejo-Delgado, N. R., Albarracín-Caro, J. F., Zapata, N., & Díaz-Triana, J. E. (2018). El papel de la fauna en los procesos de restauración ecológica. In P. Pinzón-García, M. Aguilar-Garavito, M. Quijano, J. Sierra, & J. A. Rubio (Eds.), Restauración Ecológica en Colombia: "Un compromiso de país" (pp. 291–309). Red Colombiana de Restauración Ecológica, Universidad Católica de Oriente.

Barrios, E., Coutinho, H.L.C. & Medeiros C.A.B. (2012). InPaC-S: Participatory Knowledge Integration on Indicators of Soil Quality - Methodological Guide. World Agroforestry Center (CRAF), Embrapa, CIAT, Nairobi. 178p.

Basto, D. C., Peres, C. A., & Dolman, P. M. (2017). How defaunation affects the effectiveness of protected areas for mammal conservation. *Biological Conservation*, 210, 333-340.

Basto, S. I., Moreno-Cárdenas, A. C., & Barrera-Cataño, J. I. (2018). Restauración ecológica en áreas post-tala de especies exóticas en el Parque Forestal Embalse del Neusa.

Bechara, F. C. (2006). Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Univ ersity of São Paulo, Piracicaba.

Bernal Sarminento N; Chavarriaga Cifuentes, C A; Monroy Silva, Á P. 2021. El fortalecimiento de la participación comunitaria en los procesos de siembras participativas de la reserva natural Ecoparque Sabana de la fundación Jaime Duque, a través de la educación ambiental. Universidad de La Salle.

Bollen, A. (2003). Fruit-frugivore interactions in a Malagasy littoral forest: a community-wide approach of seed dispersal. Universiteit Antwerpen. Faculteit Wetenschappen. Departement Biologie.

Burt, R., & Staff, S. S. (2014). Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Natural Resources Conservation Services. National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.

Camacho-Guerrero, A., & da Rocha, P. L. (2010). Passive Restoration in Biodiversity Hotspots: Consequences for an Atlantic Rainforest Lizard Taxocene (Vol. 42, Issue 3).

Casas-Matiz, E.I y Cabezas, X. A. 2017. Rehabilitación ecológica, reserva Thomas Van Der Hammen. Fundación Universidad de América. In Revista Questionar, vol. 5 nº 1: 93-104, enero-diciembre 2017. 12 p.

Chapman, S. K., Hart, S. C., Cobb, N. S., Whitham, T. G., & Koch, G. W. (2003). Insect herbivory increases litter quality and decomposition: an extension of the acceleration hypothesis. Ecology, 84(11), 2867–2876.

Chazdon, R. L. (2008). Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. Science, 320(5882), 1458-1460

Cleef, A.M. & H. Hooghiemstra. 1984. Present vegetation of the área of the high plain of Bogotá. En: H. Hooghiemstra: Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá. Dissertationes Botanicae 79: 42-65. J. Cramer, Berlín.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp

Comisión Europea, Dirección General de Asociaciones Internacionales. Luna Rodríguez, M., Villate Rivera, R., Soluciones basadas en la Naturaleza en las NDC de América Latina y el Caribe: clasificación para la acción climática, (Serie de Documentos Técnicos EUROCLIMA+ n.17), Programa EUROCLIMA+, Bruselas, 2022

Consorcio Huitaca. (2017). Ajuste al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Alto Suárez. POMCA Río Alto Suárez (2401-01).

Consorcio Huitaca. (2017). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Alto Suárez. Fase de Diagnóstico. Volumen I. Parte 2. Caracterización física. Contrato de Consultoría No 1412 de 2014. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.

Consorcio Huitaca. (s.a). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá. Tomo II - Diagnóstico. Volumen I - Caracterización física Parte 2. Contrato de Consultoría No 1412 de 2014. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.

Contreras-Rodríguez, S., Tulande-M, E., Bernal-Hernández, H., Sesquilé, E., Pinzón, P., Albarracín-Caro, J. F., & Barrera-Cataño, J. I. (2017). La Fauna en Procesos de Restauración Ecológica: Un Abordaje Teórico-Práctico Desde la Escuela de Restauración Ecológica. Boletín REDCRE, 11(3), 13. www.redcre.com

Corbin, J. D., & Holl, K. D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. Forest Ecology and Management, 265, 37-46.

Corbin, J. D., Robinson, G. R., Hafkemeyer, L. M., & Handel, S. N. (2016). A long-term evaluation of applied nucleation as a strategy to facilitate forest restoration. Ecological applications, 26(1), 104-114.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2006). Diagnóstico prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez.

Cortés S. (2008a). La vegetación boscosa y arbustiva de la cuenca alta del río Bogotá. En: Estudios de ecosistemas tropandinos, Vol. 7. T. van der Hammen (ed.), La cordillera Oriental colombiana. Ecoandes; J. Cramer. Berlín-Stuttgart.

Cortés S. (2008b). Vegetación potencial en la cuenca media del río Tunjuelo y procesos de cambio en la cobertura vegetal, otro enfoque metodológico para un análisis multitemporal. Revista Perez-Arbelaezia, (19), 189-204.

Cortés S. (2016). Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en la cuenca alta del río Bogotá. (Trabajo Final de Máster, Universidad de Barcelona - Centro Universitario Internacional de Barcelona). Barcelona. [Inédito].

Cortés-S. y O. Rangel-Ch. 2000. Relictos de vegetación en la Sabana de Bogotá. Memorias Primer Congreso Colombiano de Botánica,1999. (versión en CD-Rom). Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Diagnóstico ambiental y Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca Alta del Río Bogotá.

Cortés S., O. Rangel y H. Serrano. (2004). Transformación de la cobertura vegetal en la alta montaña de la cordillera oriental de Colombia. Lyonia a Journal of ecology and application, 6(2), 153-160.

Cortés-S., S. P. 1997. Contribuciones al estudio de la diversidad florística en el sector Cerro Manjuy, parte baja de la cuenca del río Frío Municipio de Chía. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, inédito, Bogotá.

Cortés-S., S. P., T. van der Hammen & J. O. Rangel. (1999). Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los cerros occidentales de Chía-Cundinamarca-Colombia. Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, N° 89. Vol 23 pp. 529-554, diciembre de 1999.

Cuatrecasas, J (1934) Observaciones geobotánicas en Colombia. In:Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica 27. Madrid, 45-48; 222-223pp.

Cuatrecasas, J. (1958) Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev Acad Colomb Ci Exact 10 (40):221-268.

Cuéllar-Cardozo, J. A., Nossa-Silva, D., Vallejo, M. I. (2022). Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. Colombia Forestal, 25(2), 70-84.

Díaz-Espinosa A. M., Díaz-Triana, J. E. y O. Vargas (eds) (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente Bogotá D C , Colombia 248 p

Domínguez Gento, P y Domínguez Gento, A. 1998. Jardinería Ecológica: Necesidad y Criterios Básicos. In Una Alternativa para el mundo Rural del Tercer Milenio. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia. España120 -128 p

Esteve, S. (2018). Arte para la restauración ecológica. Refugios para insectos en la Sierra de Alborache [TFG]. Universitat Politécnica de Valencia.

Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., Arévalo, P. (2017). Estado de los ecosistemas colombianos. Una aplicación de la metodología Lista Roja de Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia.

Evans, K., R. Marchena, S. Flores, A. Pikitle y A.M. Larson. (2016). Guía práctica para el monitoreo participativo de gobernanza. Bogor, Indonesia: CIFOR.

FAO. (2017). Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Roma, Italia

FAO. (2020). A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol. Rome. https://doi.org/10.4060/cb0509en

Fernández-Méndez, F., O. Melo, E. Alvarez, U. Pérez, & A. Lozano. (2013). Status of Knowledge, Conservation, and Management of Tropical Dry Forest in the Magdalena River Valley, Colombia. Pp. 35-54 En A. Sánchez-Azofeifa, J. S. Powers, G. W. Fernandez, & M. Quesada (Eds.), Tropical Dry Forest in the America Ecology, Conservation and Management. CRP Press Taylor and Francis Group.

Fischer, J., Riechers, M., Loos, J., Martin-Lopez, B., & Temperton, V. M. (2021). Making the UN Decade on Ecosystem Restoration a Social-Ecological Endeavour. Trends in Ecology & Evolution, 36(1), 20–28. https://doi.org/10.1016/J.TREE.2020.08.018

Forman, R. T. (2014). Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions (1995) (p. 217). Island Press.
Cook, E. (2001). Landscape Restoration Handbook. Restoration Ecology, 9(1), 111-112.

Forero-González, E. (1965). Estudio fitosociológico de un bosque subclimácico en el altiplano de Bogotá, Colombia. Tesis de grado presentada para obtener el título de botánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Freeman, A. N. D., Freebody, K., Montenero, M., Moran, C., Shoo, L. P., & Catterall, C. P. (2021). Enhancing bird-mediated seed dispersal to increase rainforest regeneration in disused pasture – A restoration experiment. Forest Ecology and Management, 479, 118536. doi:10.1016/j.foreco.2020.118536

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Restoration Ecology, 27(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Gómez-Baggethun, E., & Groot, R. de. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. Ecosistemas, 16(3), 4–14. http://hdl.handle.net/10045/7642

Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., van Es, H.M., Wolfe, D.W., Moebius-Clune, B.N., Thies, J.E. and Abawi, G.S. (2009). Cornell Soil Health Assessment Training Manual, Edition 2.0, Cornell University, Geneva, NY.

Hack, J. (2021). Soluciones basadas en la naturaleza para la restauración de ríos en áreas metropolitanas: El proyecto Visión Urbana del Agua en la cuenca Quebrada Seca-Río Burío, Costa Rica. Ambientico, 280(8), 42–49. www.ambientico.una.ac.cr

Hane, E.N., y Korfmacher, K.F. (2022). Insect “Bee & Bees” and pollinator penthouses: teaching students about pollinators and their services in an urban environment. Urban Ecosyst 25, 1057–1064. https://doi.org/10.1007/s11252-021-01186-4.

Hernández-G., M., N. Rosales-C. & Cortés-S. S. 2011. Riqueza y Diversidad Florística de un Bosque de Niebla Subandino en la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo (Tena – Cundinamarca, Colombia). Revista de la facultad de ciencias básicas Universidad Militar Nueva Granada.Vol. 7. No. 1:32-47. DOI: https://doi.org/10.18359/rfcb.2109

Holl, K.D. 1998. Do Bird Perching Structures Elevate Seed Rain and Seedling Establishment in Abandoned Tropical Pasture? Restoration Ecology Vol. 6 No. 3, pp. 253–261.

Lozano G, Torres JH (1965) Estudio fitosociológico de un bosque de robles (*Quercus humboldtii* H.& B.) de la Merced (Cundinamarca). Trabajo de grado, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (inédito). Bogotá.

Kremen, C., & M'Gonigle, L. K. (2015).: "The role of crop pollination in agricultural sustainability." Ecosystem Services, 14, 12-23

Lerma Lasso, J. L. et al. 2023. Sistemas silvopastoriles: una opción para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos de alta montaña. In Pastos y Forrajes vol.46 Matanzas 2023 Epub 13-Nov-2023.

Lozano G, Díaz D, Torres JH (1979) Inventario florístico de algunos bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. Informe proyecto COLCIENCIAS. I.C.N., Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (inédito).

Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.

MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2015). Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas.

Mcdonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., & Dixon, K. W. (2016). International Standards for the Practice of Ecological Restoration - Including Principles and Key Concepts. www.SER.org

Menz, M. H. M., Dixon, K. W., & Hobbs, R. J. (2013). Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. In Science (Vol. 339, Issue 6119, pp. 526–527). American Association for the Advancement of Science. https://doi.org/10.1126/science.1228334

Ministerio de Medio Ambiente. (1998). Plan Estratégico para la Restauración Ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde, Bosques de Paz.

Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia. https://www.andi.com.co/Uploads/GuiaRondasHid_criteriosdeacotamiento.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2018). Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección de Cambio Climático. Bogotá, D.C., 160 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2022). RESPIRA 2030.

Moebius-Clune, B.N., D.J. Moebius-Clune, B.K. Gugino, O.J. Idowu, R.R. Schindelbeck, A.J. Ristow, H.M. van Es, J.E. Thies, H. A. Shayler, M. B. McBride, D.W. Wolfe, and G.S. Abawi. (2016). Comprehensive Assessment of Soil Health – The Cornell Framework Manual, Edition 3.1, Cornell University, Geneva, NY.

Montes de Oca, E. (1988). Participación comunitaria. En: García, A. (Ed.), Manual de desarrollo comunitario (p. 30). Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.

Moreno Murillo, S y Moreno Barreiro, B. 2016. Implementación y seguimiento de la restauración ecológica mediante enriquecimiento con especies nativas en el bajo Calima, municipio de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca. Tésis Ing Forestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. 89 p.

Murcia, C., & Guariguata, M. R. (2014). La Restauración Ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales. Centro Para La Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia, 107. https://doi.org/10.17528/cifor/004519

Murcia, C., Guariguata, M. R., Quintero-Vallejo, E., & Ramirez, W. (2017). La restauración ecológica en el marco de las compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia: Un análisis crítico. In La restauración ecológica en el marco de las compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia: Un análisis crítico. Center for International Forestry Research (CIFOR). https://doi.org/10.17528/cifor/006611

Olivera-Villarroel, S. M., & Gracia Parra, B. (2014). Diseño de hábitats para especies polinizadoras urbanas bajo condiciones climáticas, productivas y sociales en México [Protocolo de investigación]. Universidad Autónoma Metropolitana.

Peña M.A., Ramírez S., Phillips J.F., Cabrera E., Córdoba N. , Carreño L.M. (2014). Manual de campo para el monitoreo de carbono en bosques naturales. IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 64 pp.

Pérez-D., J., Baquero y Cortés-S. S. 2016. Estructura de un bosque plantado con propósito de rehabilitación en Chía (Cundinamarca, Colombia). Revista de la facultad de ciencias básicas Universidad Militar Nueva Granada. Vol. 12. No. 2:142-161. DOI: http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.2025

Pizano, C., y H. García. (Eds) (2014). El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C. Colombia.
Planeación Ecológica Ltda, & Ecoforest Ltda. (2006). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá, Subcuenca del río Teusacá - 2120-13.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D.F., Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Ramírez Jairo. 2016. Análisis Costo – Beneficio de Prácticas ASAC en la Cuenca del Río Palacé Territorio Sostenible Adaptado al Clima (TeSAC) Cauca Departamento del Cauca, Colombia. Centro Internacional

de Agricultura Tropical (CIAT) Programa de Investigación en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) Cali, Colombia. 92. p

Rangel-Ch., O. y Cortés-S.,S.P. 2001. La Vegetación. En: Atlas Ambiental CAR. Pag. 68-71. Bogotá.

Rangel-Ch., O. y Cortés-S., S. P.1999. Diagnóstico del estado de los recursos naturales en el Departamento de Cundinamarca, Capitulo sobre vegetación, flora y fauna y problemática actual del departamento de Cundinamarca. Contraloría General de Cundinamarca. 32- 120.

Rangel-Ch., J.O., & Franco-R., 1985. Flora actual. Arqueología regional en el valle de la Plata, Colombia. Informe preliminar sobre la temporada de 1984 del proyecto arqueológico Valle de la Plata. Museum of Anthropology University of Michigan. Technical Reports

Rangel-Ch. J.O., Lozano G.L. (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán Puracé. Caldasia 14 (68-70): 53-547
Rangel-Ch J.O., Lozano G.L. (1989). La vegetación selvática y boscosa del Valle de la Plata. (entre el río Magdalena y el parque Natural Puracé). In: L.F.Herrera, R. Drenan & C.Uribe, (eds). Cacicazgos prehispánicos del Valle de la Plata , Tomo 1. El contexto medioambiental de la ocupación humana. U. Of Pittsburg Memoirs in latin America Archaeology. 2: 95-118. Pittsburg Bogotá

Resilience Alliance. (2022). Resilience Alliance. https://www.resalliance.org/

Rodríguez-G., I. C. (2022). Investigación de restauración ecológica en bosques Andinos Colombianos: un análisis bibliométrico y vacíos de información. Actualidades Biológicas, 44(117), 1–18. https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v44n117a02

Rose, J. y Müller-Using, S. 2021. Protocolo de restauración de corredores biológicos para polinizadores. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI. 44 p. https://doi. org/10.4060/cb0870es

Rosselli, L. & F.G. Stiles. (2012b). Local and Landscape Environmental Factors are Important for the Conservation of Endangered Wetland Birds in a High Andean Plateau. Waterbirds 35:453-469.

Rosselli, L., A.M. Jaramillo y L.M. Cabrera. (2014). Transformación ambiental a lo largo del curso alto del río Bogotá. Informe Final. Vicerrectoría de Investigaciones. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA. Bogotá.

Rosselli, L., y F.G. Stiles. (2012a). Wetland habitats of the Sabana de Bogotá Andean Highland Plateau and their birds. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 22: 303–317.
Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Rosselli. L., Rodriguez-Castañeda. C., Soto-Vargas. C., Diaz-Pulido. A., Campo-Soto. P., Moreno-Botero. C., Morales-Franco. M., Gutiérrez-Aguilar. J.D. (2022). Sistema De Monitoreo Basado En Una Red De Colaboración: Biodiversidad del Triángulo del Puma. Bogotá: Deutsche Gesellschaft für Internationale

Ruiz Acero. D.,(2018). Arreglos florísticos para la restauración del bosque seco tropical en el valle del cauca: análisis de alternativas bajo restricciones de recursos y escenarios de factores abióticos. pontificia universidad javeriana.

Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Proyecto Transformando la Orinoquia con la Integración de los beneficios de la Naturaleza en Agendas sostenibles (Tonina).

Zahawi, R. A., Holl, K. D., Cole, R. J., & Reid, J. L. (2013). Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. Journal of Applied Ecology, 50(1), 88-96.

Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. (2020). Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.

The Nature Conservancy. Amazon Conservation Team. (2019). Protocolo para la estimación y el monitoreo del carbono en coberturas forestales y no forestales de Colombia. Colombia.

Torres-Rodríguez S, Díaz-Triana JE, Villota A, Gómez W, Avella-M. A. (2019). Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). Caldasia 41(1):42–59. doi: 10.15446/caldasia.v41n1.71275.

Trillion Trees. (2021). Impact Report 2021. In Ecological Economics (Vol. 129). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.016

UICN. (2016). Resolución 69 sobre la definición de soluciones basadas en la naturaleza (WCC-2016-Res-069).

UN - United Nations. (2020). The Sustainable Development Goals Report.

UNCCD/Science-Policy Interface (2019). Tools for Soil Organic Carbon Estimation and Management. Science-Policy Brief No. 4. September 2019. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.

Unión Temporal AUDICOM AMBIOTEC. (2006). Cuenca Río Lenguazaque 2401-05.

Unión Temporal AUDICON AMBIOTEC. (2006). Cuenca Bajo Ubaté - Fúquene 2401-06.

Unión Temporal Audicon-Ambiotec. (2006). Elaboración de los estudios de diagnóstico prospectiva y formulación para la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez (Departamento de Cundinamarca).

United Nations Environmental Agency. (2019). Resolution 73/284. United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021-2030) (Resolution 73/284).

USDA-NRCS. (2008). Soil Quality Indicators. Bulk Density. Flyer. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387

USDA-NRCS. (s.a.). Soil Bulk Density / Moisture / Aeration. Soil Health - Guides for Educators. Flyer disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=nrcs142p2_053870

Van der Hammen, T. (1986). La sabana de Bogotá y su lago en el pleniglacial medio. Caldasia 15 (71-75), 249-262.

Van der Hammen, T. (1998). Plan ambiental de la cuenca alta del río Bogotá. Análisis y orientaciones para el ordenamiento territorial. Corporación autónoma regional de Cundinamarca CAR. Bogotá. CAR.

Van der Hammen, T., F.G. Stiles, L. Rosselli, M.L. Chisacá, G. Camargo, G. Guillot, Y. Useche, y D. Rivera. (2008). Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Secretaría Distrital de Ambiente –SDA, Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá.

Vargas-Ríos, O., & Reyes, S. P. (2011). La Restauración Ecológica en la Práctica (Primera edición). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

Vargas-Ríos, O., Díaz-Triana, J., Reyes-Bejarano, S. P., & Gómez-Ruiz, P. A. (2012). Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia.

Villegas, B., y Asociados (Eds.). (1985). Río Bogotá. EEEB, EAAB, CAR. OP Gráficas, Bogotá.

Wijninga, V. M., J. O. Rangel & A. Cleef. (1989). Botanical ecology and conservation of the Laguna de la Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia). Caldasia 16 (76):23-40.

Yepes A.P., Navarrete D.A., Duque A.J., Phillips J.F., Cabrera K.R., Álvarez, E., García, M.C., Ordoñez, M.F. (2011). Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 162 p.