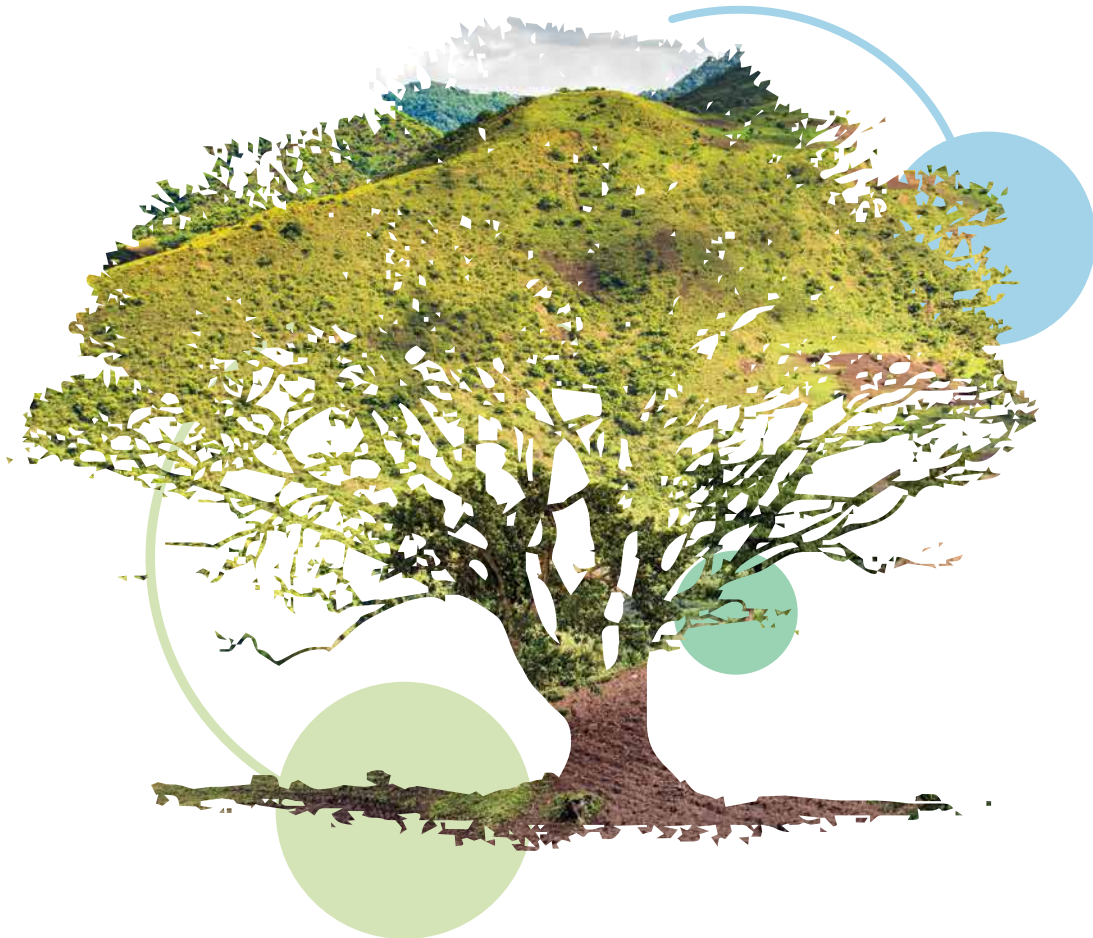




Grupo Energía Bogotá



GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA
DE LA REGIÓN SUBANDINA
**CASO: DISTRITO DE CONSERVACIÓN DE
SUELOS BARBAS – BREMEN**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt



**GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA REGIÓN SUBANDINA
CASO: DISTRITO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS BARBAS – BREMEN**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Bogotá, D.C., 2018

EQUIPO TÉCNICO

Equipo técnico

Programa Gestión Territorial de la Biodiversidad

Mauricio Aguilar Garavito maguilar@humboldt.org.co

Sergio Enrique Rojas Sánchez srojas@humboldt.org.co

Paola Isaacs Cubides pisaacs@humboldt.org.co

Luz Marina Silva Arias lsilva@humboldt.org.co

Programa Evaluación y Monitoreo

Lina María Estupiñán Suárez lestupinan@humboldt.org.co

María Cecilia Londoño mlondono@humboldt.org.co

Programa Ciencias de la Biodiversidad

Rubén Darío Jurado Bastidas rjurado@humboldt.org.co

Universidad Distrital, estudiantes de Ingeniería Ambiental

Geraldine Ruiz

Christian Camilo Muñoz

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales

María Margarita Arteaga Rodríguez marteaga@humboldt.org.co

Francisco Jose Gómez Montes fgomez@humboldt.org.co

PÁGINA DE FICHA DE CATALOGACIÓN EN LA FUENTE

Guía para la restauración ecológica de la región Subandina. Caso: Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen / Mauricio Aguilar Garavito, Lina María Estupiñán Suárez, Sergio Enrique Rojas Sánchez, Paola Isaacs Cubides, Rubén Darío Jurado Bastidas, María Cecilia Londoño, Luz Marina Silva Arias - Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2018.

275 p.: il.; 28 x 21.5 cm + anexos

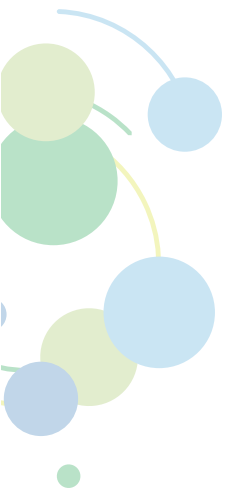
Incluye bibliografía, tablas, mapas, fotos a color

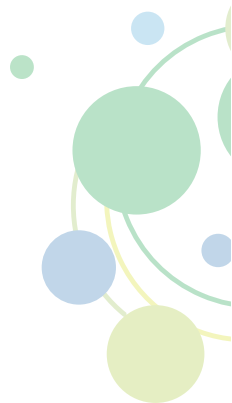
1. Restauración ecológica -- Guías 2. Conservación de suelos 3. Reserva Natural Barbas-Bremen 4. Quindío - Colombia 5. Risaralda - Colombia 6. Estado del conocimiento I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

CEP – Biblioteca Francisco Matís, Instituto Alexander von Humboldt -- Nohora Alvarado

Cómo citar este documento:

Aguilar Garavito, M. *et al.* (2018). *Guía para la restauración ecológica de la región Subandina. Caso: Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen.* Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.





PRESENTACIÓN

Nos complace como Grupo Energía Bogotá (GEB) presentar la *Guía para la Restauración Ecológica de la Región Subandina, caso Distrito de Conservación de Suelos Barbas Bremen* (DCSBB). Se trata de un valioso documento técnico, el primero que se realiza para este distrito, que pretende ser un aporte real y práctico para el manejo y preservación de una de las reservas naturales más importantes y majestuosas del país, como es Barbas Bremen, ubicada en el corazón del Eje Cafetero, entre los municipios de Salento, Filandia y Circasia, en el departamento de Quindío, y Pereira, Risaralda.

Esta guía será una herramienta fundamental para el manejo y conservación de las cuencas y humedales, teniendo en cuenta que la reserva Barbas Bremen surte de agua a varios municipios a través de sus ríos Barbas, Roble, Consota y Cestillal. Además, este documento ayudará en la preservación de la rica y variada flora y fauna y la recuperación de las zonas afectadas, en una región que cada vez está atrayendo a turistas nacionales y extranjeros, gracias, entre otras cosas, por su potencial en aviturismo, una práctica que tiene cada vez más seguidores en el mundo.

Por eso es vital preservar esta reserva. Para ello, el Grupo Energía Bogotá, dentro de su política de valor compartido, viene trabajando de la mano de varias entidades para preservar la reserva, a través de diversas actividades. La Guía Barbas Bremen nace del compromiso del GEB con los grupos de interés y con la gestión sostenible en los territorios donde tiene presencia. Su elaboración se coordinó con las Corporaciones Autónomas Regionales del Quindío (CRQ) y Risaralda (Carder), y con el liderazgo técnico-científico del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Este es un documento técnico que busca contribuir al manejo de la biodiversidad y la atención de los ecosistemas necesarios para el desarrollo económico y social de esta bella región del país, que se destaca por su Paisaje Cultural Cafetero.

Dentro de las actividades para cumplir con este propósito, se realizaron mesas de trabajo y talleres moderados por el Instituto Humboldt, que contaron con la activa participación de las corporaciones regionales CRQ y CARDER, las autoridades administrativas y municipales, ONG´s, líderes ambientales y otros actores relevantes de los departamentos de Quindío y Risaralda. En este trabajo conjunto se identificaron problemas, vacíos y necesidades, pero también se hicieron reflexiones sobre las lecciones aprendidas en torno a los procesos de restauración ecológica en los ecosistemas de la región.

La guía contiene, en una primera parte, la descripción del Distrito de Conservación y aborda su restauración ecológica, apoyado en literatura técnico – científica que permite unificar y validar conceptos, para construir conocimiento desde la experiencia.

En la segunda parte, utilizando un método de árbol de decisiones, se identifican los objetivos de la restauración y se fijan metas, a partir del análisis de la información disponible. Además, se presenta el Distrito de Conservación con sus respectivos ecosistemas, así como las estrategias a seguir para su preservación y evitar la degradación de los mismos, con el fin de seleccionar la mejor alternativa para alcanzar las metas trazadas.

La propuesta metodológica desde el Instituto Humboldt para abordar la restauración y para la toma de decisiones, hace de esta guía un documento didáctico, de fácil aplicación, que articula y desarrolla la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) y el Plan Nacional de Restauración.

Reitero nuestro agradecimiento a todas las instituciones, organizaciones y líderes que aportaron en la construcción colectiva de la Guía, por su relevante aporte a la sociedad, a la restauración de los ecosistemas y a la valoración del Distrito de Conservación de Suelos Barbas Bremen. Así mismo, invito a las instituciones, organizaciones y líderes para que apliquen y fortalezcan la Guía, con el fin de promover una gestión sostenible que lleve progreso a las comunidades y consolide los ecosistemas estratégicos del Eje Cafetero.

Astrid Álvarez

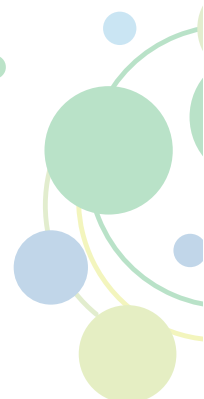
Presidente

Grupo Energía Bogotá

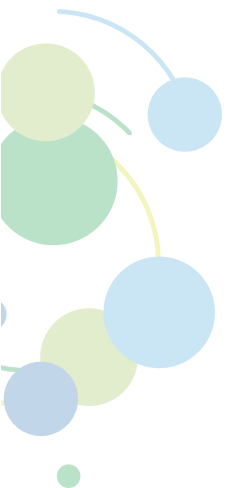
CONTENIDO

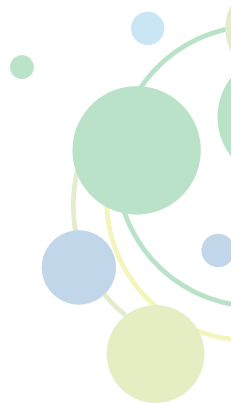
Introducción	17
1. Contexto y diagnóstico preliminar de restauración.....	19
Situación legal e institucional	23
Medio físico	26
Medio biótico	31
Medio socioeconómico.....	49
2. Conceptos básicos de restauración ecológica y su abordaje	54
Por qué y para qué restaurar	58
Qué es restauración ecológica	59
Cómo hacer restauración ecológica	61
Abordaje de la restauración ecológica desde la escala de organización	63
Abordaje de la restauración desde la tipología de áreas disturbadas	63
El proceso y el documento de restauración	65
Bibliografía recomendada sobre conceptos y abordaje de la restauración	73
3. Árbol de decisión para la restauración ecológica de las áreas disturbadas del DCS Barbas-Bremen	78
4. Objetivos y metas.....	82
Selección de variables.....	93
5. Priorización de áreas para la restauración.....	93
Análisis de datos.....	95
Zonas priorizadas.....	103
6. Áreas disturbadas del DCS Barbas-Bremen.....	108

Bosques de crecimiento secundario y bordes de bosque afectados por tala.....	109
Fragmentos de bosque y bosques de quebradas afectados por tala.....	126
Arbustales y matorrales nativos en laderas	133
Pasturas en laderas y colinas.....	138
Humedales, drenajes, y otros cuerpos de agua afectados por uso pecuario.....	146
Áreas afectadas por agricultura.....	161
Áreas afectadas por plantaciones forestales.....	168
Áreas afectadas por obra civil: tendido eléctrico	178
Áreas por obra civil: vías.....	188
Áreas afectadas por especies invasoras	196
7. Acciones de restauración ecológica.....	202
Tipos y acciones de restauración asistida y de reconstrucción parcial o completa	204
Mantenimiento de áreas revegetadas	208
Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP)	212
Planificación Predial Participativa (PPP): herramienta clave para la reconversión ganadera.....	219
Técnicas y estrategias de restauración para áreas afectadas por especies invasoras.....	221
Obras para la conservación de suelos y control de la remoción en masa.....	228
Técnicas y estrategias de restauración para humedales	233
Documentos recomendados sobre restauración de humedales.....	236
8. Plantas recomendadas para los procesos de restauración ecológica del DCS	
Barbas-Bremen	239
9. Indicadores y monitoreo	243
¿Por qué?, ¿qué?, y ¿cómo monitorear?	253
Viabilidad de monitoreo.....	255



¿Qué y cómo monitorear el DCS Barbas-Bremen? Definición de indicadores.....	256
Comunicación y uso del indicador	258
Consideraciones sobre el muestreo de la biodiversidad	258
Plataformas de monitoreo	260
La restauración como aliada de la productividad y los modos de vida sostenibles de la región.....	261
10. Conclusiones y recomendaciones	261
Cómo hacer la restauración.....	262
Fase de caracterización diagnóstica	263
Implementación de las acciones de restauración	265
Lecciones aprendidas	265
Próximos pasos.....	266
Referencias.....	268
Anexos.....	281





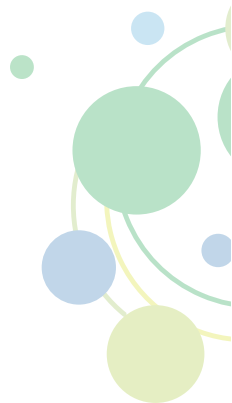
LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contexto geográfico del DCS Barbas-Bremen.	20
Figura 2. Contexto visual. Ejemplo de coberturas de interés para el estudio	21
Figura 3. Promedio mensual multianual de precipitación, serie 1981-2010.....	27
Figura 4. Contexto hidrográfico del DCS Barbas-Bremen.	28
Figura 5. Coberturas de la Tierra CLC para el DCS Barbas-Bremen.....	31
Figura 6. Proceso para determinar proyectos de restauración de humedales.....	46
Figura 7. Unidades productivas disponibles en el Censo Nacional Agropecuario para el distrito.	51
Figura 8. Respuestas afirmativas (sí) a la pregunta 129, sección XI.....	52
Figura 9. Respuestas afirmativas (sí) a la pregunta 132, sección XI.....	52
Figura 10. Respuestas de estimado de área (ha) a las preguntas 142 a 149, sección XII.....	53
Figura 11. Mapa Nacional de Prioridades de Restauración a escala 1:100.000.....	57
Figura 12. Fases para la formulación e implementación de un proceso de restauración ecológica.....	66
Figura 13. Consideraciones generales en la implementación de técnicas de restauración ecológica para cada compartimento del ecosistema y para el componente socioeconómico.....	69
Figura 14. Esquema que relaciona los objetivos y metas del proyecto de restauración con las diferentes fases del proceso.....	71
Figura 15. Árbol 1. Decisiones para desarrollar el proceso de restauración ecológica en el DCS Barbas-Bremen.....	80
Figura 16. Árbol 2. Abordajes y acciones de restauración ecológica para el DCS Barbas-Bremen.....	81
Figura 17. Valores del ecosistema de referencia.....	87
Figura 18. Marco de referencia para la generación de objetivos y metas.....	92

Figura 19. Mapa de datos de entrada empleados.	94
Figura 20. Mapa de matriz de resistencia.	96
Figura 21. Mapas de resistencia de 4 grupos de especies con dispersión.	97
Figura 22. Mapa de probabilidad de conexión.	98
Figura 23. Mapa de conectividad potencial.	99
Figura 24. Mapas de calidad de los parches de acuerdo a su área.	100
Figura 25. Mapa de potencialidad de humedales.	102
Figura 26. Mapa de resultados integrados.	103
Figura 27. Marco de referencia para el monitoreo	250
Figura 28. Posibles valores del indicador con respecto a los valores de referencia	252
Figura 29. Ejemplo de un conjunto de indicadores. Ver en el Anexo 6 el detalle de esta figura.	257
Figura 30. Escalas de diseño de muestreo.	259

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normativas de las corporaciones autónomas de 2006 a 2011.....	24
Tabla 2. Unidades geomorfológicas del DCS	29
Tabla 3. Número de especies de árboles y arbustos encontrados para cada tipo de elemento del paisaje muestreado	32
Tabla 4. Especies con algún grado de amenaza identificadas por el Instituto Humboldt en 2003.....	33
Tabla 5. Especies de aves identificadas con algún grado de amenaza y afectadas por fragmentación.....	36
Tabla 6. Especies de mamíferos con algún grado de amenaza	37
Tabla 7. Familias y especies de anfibios y reptiles reportadas.....	38
Tabla 8. Familias y especies de ictiofauna reportadas	39
Tabla 9. Especies focales con objetivos de conservación	40
Tabla 10. Lineamientos de los objetos de conservación para los grupos taxonómicos evaluados.....	42
Tabla 11. Procesos antrópicos que llevan a la alteración de humedales.....	47
Tabla 12. Propósitos ecológicos de la restauración	83
Tabla 13. Propósitos sociales de la restauración	84
Tabla 14. Propósitos para restauración de humedales.....	85
Tabla 15. Porcentaje admisible de mortalidad.	209
Tabla 16. Especies recomendadas para cercas	215
Tabla 17. Especies útiles para controlar especies invasoras*.....	222
Tabla 18. Especies de plantas recomendadas para los procesos de revegetación en el DCS Barbas-Bremen.....	242



INTRODUCCIÓN

Esta guía es un documento técnico elaborado por un equipo interdisciplinario del Instituto Alexander von Humboldt, en un trabajo financiado por el Grupo Energía Bogotá (GEB), que ofrece información y algunas recomendaciones para el desarrollo de procesos de restauración ecológica en el Distrito de Conservación de Suelos (DCS) Barbas-Bremen.

En el desarrollo de este trabajo se llevó a cabo una visita de cinco días a la zona, posterior a la realización de un taller, con los actores sociales realizada el 18 de septiembre de 2017 en la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). Esta actividad permitió reconocer las iniciativas actuales de restauración lideradas por la CRQ y la CARDER, e identificar las principales necesidades y expectativas de los participantes frente a los procesos de restauración ecológica requeridos en el DCS Barbas-Bremen. El taller marcó el inicio del proceso para la elaboración de la presente guía y generó insumos importantes para el documento.

A partir del reconocimiento en campo y la revisión bibliográfica se entrega información sobre las distintas fases requeridas para llevar a cabo un proceso de restauración ecológica. Se describen los tipos de disturbios existentes en el paisaje, la forma de abordar un proceso de restauración ecológica, así como los lugares potenciales y prioritarios para su implementación, haciendo énfasis en la necesidad de realizar un trabajo conjunto con las autoridades ambientales del territorio y los otros actores clave, de acuerdo con las condiciones sociales y ambientales del territorio.

En el primer capítulo se hace una descripción de los aspectos biofísicos y sociales del DSC Barbas-Bremen, y una revisión de la situación legal e institucional que permitió dar origen a esta zona. Allí se encuentran consignados datos importantes sobre clima, coberturas vegetales, ecosistemas y diversidad de flora y fauna presente, así como las principales amenazas identificadas y su relación con el medio socioeconómico.

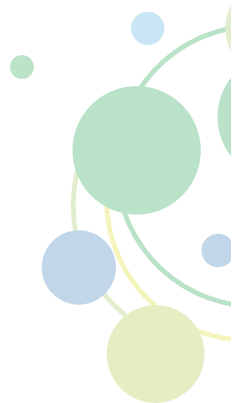
Posteriormente, en el segundo capítulo, se presentan de manera general los conceptos, definiciones y demás aspectos del proceso de restauración ecológica, así como los documentos guía aplicables específicamente para el DCS Barbas-Bremen, reconociendo las particularidades de esta área y la necesidad de ajustar las escalas de trabajo de los instrumentos y herramientas disponibles como planes de ordenamiento y cartografía de orden nacional y regional, entre otros. En este apartado también se indican, de manera detallada, todo el procedimiento y los requerimientos para implementar un ejercicio de

restauración ecológica en el Distrito, así como los mínimos necesarios para la elaboración del documento técnico que debe acompañar este proceso.

Teniendo en cuenta la multiplicidad de situaciones de restauración, las formas de abordaje, el alto número de documentos relacionados con restauración ecológica, y el elevado número de actores que intervienen, en el tercer capítulo se proponen dos árboles de decisión: uno que guía al usuario en todo el proceso de restauración ecológica y otro diseñado para seccionar la técnica más adecuada. Estas herramientas acompañan y complementan este texto con el fin de ofrecer una guía para las autoridades ambientales, contratistas, propietarios o cualquier persona que desee iniciar un proceso de restauración ecológica.

Con el fin de plantear adecuadamente los objetivos y metas en un proceso de restauración ecológica, en el cuarto capítulo se describe detalladamente la manera de formularlos, entregando ejemplos claros que le permitirán al usuario definirlos de acuerdo con las necesidades. En el quinto capítulo se explican los disturbios, los factores de degradación de las coberturas vegetales y los ecosistemas afectados, así como las demás características de las áreas disturbadas del distrito, y se hace una descripción del proceso de priorización y selección de áreas a restaurar.

Considerando cada uno de los tipos de área disturbada identificados, esta guía plantea un abordaje de la restauración ecológica para el DCS Barbas-Bremen, y presenta una ficha para cada uno de los diez disturbios identificados con su descripción, ubicación, factores asociados y líneas de acción (recomendaciones específicas de acciones y técnicas de restauración); posteriormente, presenta las acciones de restauración, técnicas, estrategias y especies recomendadas que pueden ayudar al restablecimiento ecológico del Distrito; y finalmente se entregan recomendaciones bibliográficas para conocer mejor la aplicación de las técnicas de restauración.



1. CONTEXTO Y DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE RESTAURACIÓN

El DCS Barbas-Bremen es un área emblemática en temas de restauración a nivel nacional debido a los corredores biológicos entre el cañón del río Barbas y el bosque de Bremen-La Popa, generados en el proyecto Andes de 2002 a 2005, y que continuaron satisfactoriamente gracias a la apropiación y gestión local de los habitantes de la zona, garantizando el establecimiento de estratos arbóreos y el aumento del hábitat para las especies de interés.

La figura de Distritos de Conservación de Suelos (DCS) es descrita en el artículo 16 del decreto 2327 del 1 de julio de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y se define como:

Un espacio geográfico cuyos ecosistemas estratégicos en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute. Esta área se delimita para someterla a un manejo especial orientado a la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla [...] (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

En este sentido, se reconoce la prestación de bienes y servicios, la importancia de acciones de restauración, la presencia de zonas que han sido transformadas, el manejo especial para la recuperación de suelos, la prevención de fenómenos que los alteren, entre otros; por lo tanto, el uso del suelo y las actividades productivas que se realicen en el Distrito deben propender por mantener estos principios.

El DCS Barbas-Bremen está conformado por los municipios de Filandia, Circasia y Pereira (Figura 1) y se encuentra dividido por el cañón del río Barbas; en la parte norte ejerce jurisdicción la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) y la zona sur está a cargo de la CRQ. El Distrito es reconocido regionalmente por proveer recurso hídrico, albergar especies de fauna y flora nativas amenazadas, brindar servicios ecosistémicos y poseer gran valor paisajístico, así como por la representatividad de los bosques andino y subandino y su importancia en términos de conectividad (Carder, 2011; CRQ, 2011).

Cerca del distrito se encuentran otras figuras de protección como los DCS de Campoalegre, Alto del Nudo, La Marcada, el Parque Natural Regional Ucumari, el Distrito Regional de Manejo Integrado de la Cuenca Alta del río Quindío Salento, y la Reserva Forestal Protectora Nacional de la quebrada La Nona Zurrumbo y Maní, Santuario de Flora y Fauna Otún-Quimbaya y el Parque Nacional Natural Los Nevados, tal como se presenta en la Figura 1.

El área de estudio se encuentra entre los 1650 a 2600 m. de altitud (Echeverri Ramírez *et al.*, 2007), la parte más alta de la cuenca presenta un relieve montañoso con pendientes moderadas y es la transición del bosque subandino al bosque alto andino; se observan áreas de bosque maduro y secundario, plantaciones, matrices de pastos, cultivos y matorrales, y numerosos humedales que se encuentran en todas las anteriores coberturas. También se presentan plantaciones de pino y eucalipto y algunos relictos de vegetación nativa. En la Figura 2 se brinda un contexto visual de la zona y se señalan ejemplos de las coberturas relevantes en este estudio y su distribución en el gradiente altitudinal.

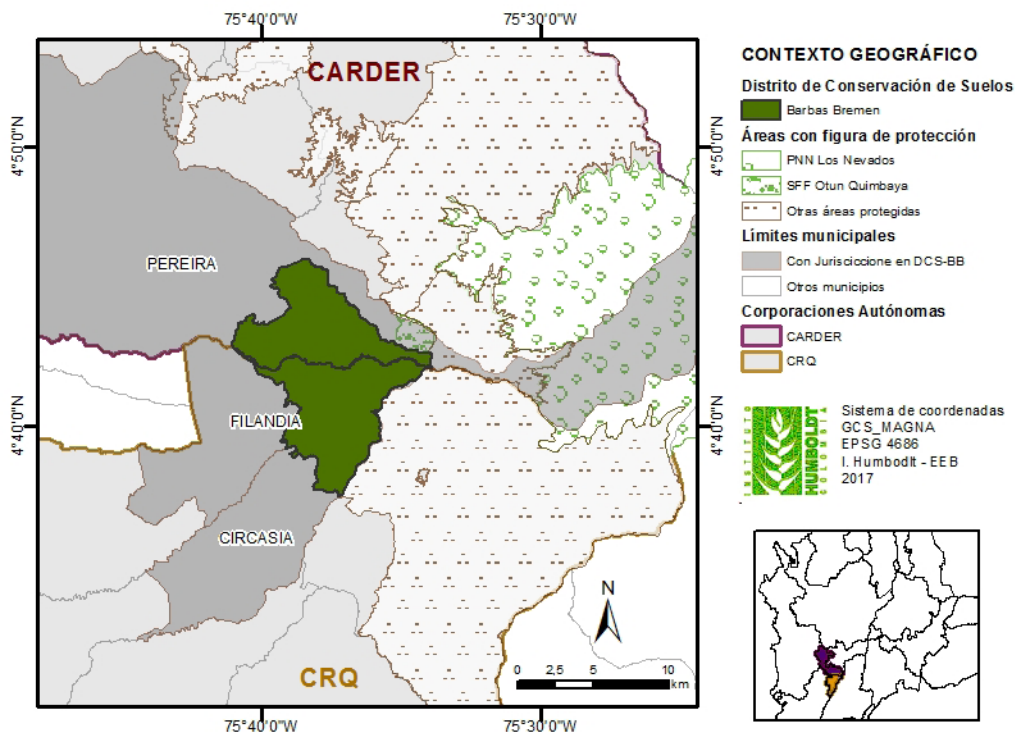


Figura 1. Contexto geográfico del DCS Barbas-Bremen. Elaboración propia.

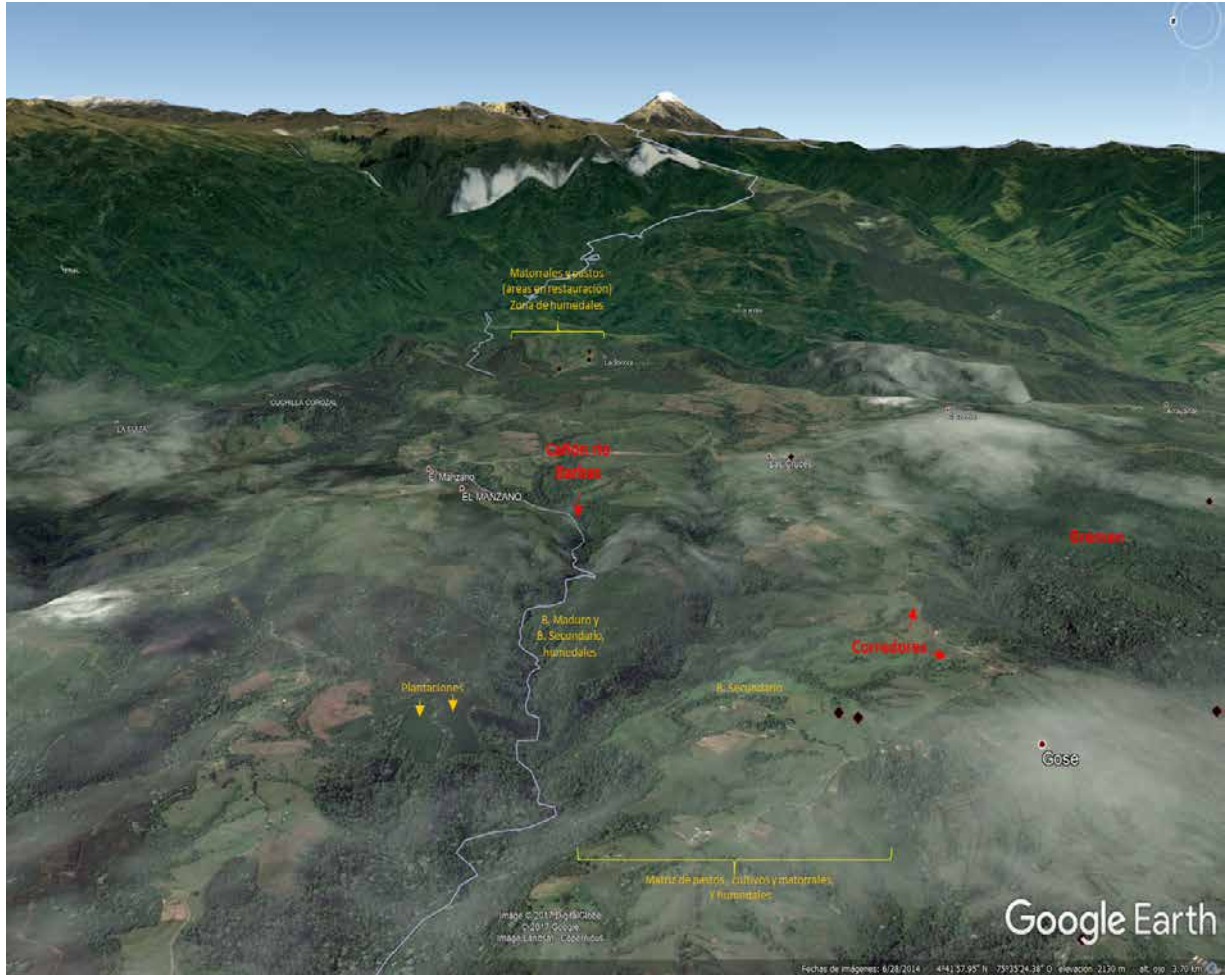


Figura 2. Contexto visual. Ejemplo de coberturas de interés para el estudio
Tomado de: Google Earth (2017)

Durante el taller realizado el 18 de septiembre de 2017 en instalaciones de la CRQ con los actores sociales involucrados, las corporaciones autónomas, alcaldías, gobernaciones, la academia y demás organizaciones participantes, se identificó el recurso hídrico como uno de los mayores servicios ambientales aportados por el Distrito, razón por la cual destacaron la necesidad de garantizar la conectividad desde la parte más alta de la cuenca, pasando por las zonas agrícolas y ganaderas hasta desembocar en los afluentes mayores, evitando que los cauces sean desviados para riego o embalses sin ningún manejo, o que los humedales sean dragados, rellenados o desecados. Adicionalmente, la diversidad biológica que alberga el Distrito es altamente reconocida por mantener especies emblemáticas como la pava caucana, los monos, y otras especies de fauna y flora que están en categorías de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).



El DCS Barbas-Bremen enfrenta varios desafíos que fueron identificados durante el taller y la visita de campo y que deben ser evaluados y priorizados para que tengan un manejo adecuado. Por ejemplo, en las vías principales ocurre atropellamiento de fauna y en ese sentido, se requieren pasos elevados y túneles que faciliten la conectividad y disminuyan el riesgo de estos incidentes. Actualmente se reconoce un nuevo disturbio a nivel paisajístico que corresponde a la presencia de torres de energía y de comunicación que se convierten en elementos nuevos del paisaje, pues si bien en el desarrollo los proyectos energéticos se identifican y gestionan la gran mayoría de los impactos ambientales, la comunidad expresa permanentemente su preocupación e incormformismo debido a la presencia de estas estructuras en el territorio.

Históricamente, por tratarse de una zona productiva agrícola y ganadera, es vulnerable a prácticas que no están alineadas con su objeto de conservación como el uso de agroquímicos, monocultivos, y sobrepastoreo, y que conducen a la contaminación de las fuentes hídricas, compactación y erosión del suelo, pérdida de edafofauna, entre otros; asimismo, la calidad del agua puede verse afectada por el tipo de actividades productivas desarrolladas, alterando variables fisicoquímicas, y, en algunos casos, llevando a procesos de eutroficación. Adicionalmente, en áreas específicas del cañón se observó minería, la cual puede tener afectaciones en el relieve y en el recurso hídrico.

Otro factor de degradación es la presencia de especies invasoras, situación evidenciada durante los recorridos; sin embargo, este disturbio no fue detectado en el taller ni mencionando por la comunidad.

Se reconocieron principalmente cinco especies invasoras: *Hedychium coronarium* J. Koenig (matandrea), *Thumbergia alata* (ojo de poeta), *Pteridium aquilinum* (helecho marranero) y dos especies de pasto (*Cenchrus clandestinus* y *Cynodon nlemfuensis*); frecuentemente asociados a pasos, caminos, vías, zonas degradadas y abandonadas. Los protocolos de restauración en áreas con especies invasoras son demandantes y requieren inicialmente el control de la invasión, lo cual implica eliminación de banco propágulos (semillas, rizomas, etc.), el mejoramiento de las condiciones del suelo, entre otras, como se explica en los siguientes capítulos.

Por otro lado, en el municipio de Filandia se identificó un alto interés y conocimiento de los procesos de restauración, resultado de experiencias previas con otros proyectos. Por ejemplo, la comunidad ha participado en la propagación de vegetación nativa de diferentes especies, lo cual es esencial en estos procesos, pues se conocen las especies, su ecología, el proceso de recolección de semillas y los protocolos de germinación.

Lo anterior convierte al Distrito en un lugar privilegiado para acciones de restauración, gracias al apoyo de la comunidad y a las entidades territoriales que han adquirido predios desde hace más de cuarenta años con el fin de garantizar áreas de conservación de biodiversidad y el suministro de agua a la población.

Situación legal e institucional

En la Tabla 1 se presentan los acuerdos de la CRQ y la Carder, desde 2006 hasta 2011, que llevaron a la declaración inicial del Parque Natural Regional Barbas-Bremen, la adopción de su plan de manejo y su recategorización a Distrito de Conservación de Suelos en 2011. Como antecedentes se tiene el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Filandia 1999-2006, donde se identifica la Reserva Natural Bremen como Área de Especial Significancia en la Zonificación Ambiental, resultado de la adquisición de fincas con relictos de bosque nativo y pasturas ganaderas desde 1968 por parte de la CRQ, destacándose las fincas Bremen y La Popa. (Concejo Municipal de Filandia, 2000).

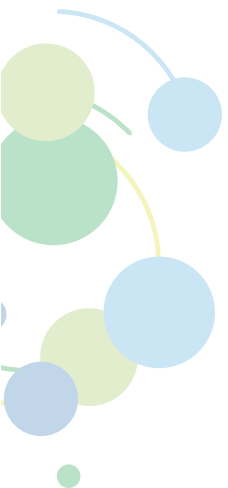


Tabla 1. Normativas de las corporaciones autónomas de 2006 a 2011

Año	Entidad	Normativa	Apartes/secciones
2006	CRQ	Acuerdo n.º 020	“Se declara como Parque Regional Natural Barbas-Bremen, el área determinada en el plano que se adjunta [...]”
2006	Carder	Acuerdo n.º 021 “Por medio del cual se crea el Parque Regional Natural Barbas-Bremen”	“El área declarada como Parque Regional Natural Barbas-Bremen [...] situada al suroriente del departamento de Risaralda y el nororiente del departamento del Quindío [...] comprensión de los municipios de Pereira en Risaralda y Filandia, Circasia y Salento en el departamento del Quindío con una extensión aproximada de 8564 hectáreas”. Las actividades en las áreas reservadas son para conservación, preservación, recuperación y control, investigación, educación, recreación, cultura, y reconversión de sistemas productivos.
2011	CRQ	Acuerdo n.º 012 “Por medio del cual se homologa el Parque Regional Natural Barbas-Bremen”	“Que las condiciones de la categoría Parque Natural Regional, fijadas en el artículo 13 del Decreto 2327 de 2010, especialmente los atributos de estructura y composición de los ecosistemas naturales, en el área del Parque Regional Natural Barbas-Bremen, han sido modificados por el uso del suelo para la ganadería y la agricultura [...]” El área protegida en adelante se denominará Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen, con un área aproximada de 4910 hectáreas, localizado en la jurisdicción de los municipios de Filandia y Circasia, departamento del Quindío. Conservar los límites que se determinaron en el Acuerdo 020 de 2006.

2011	Carder	<p>Acuerdo n.º 017</p> <p>“Por el cual se recategoriza la denominación de Parque Regional Natural con la categoría de área protegida del SINAP Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen”</p>	<p>“Que atendiendo la categoría, se hace necesario ajustar el régimen de usos y actividades que pueden desarrollarse al interior del área protegida, para circunscribirlos a usos de restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, para el desarrollo de actividades como seguimiento y monitoreo de especies valor objeto de conservación, adecuación”.</p> <p>“Recategorizar la denominación Parque Regional Natural con la categoría de área protegida del SINAP Distrito de Conservación de Suelos. En tal sentido, la denominación del área protegida corresponderá a Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen”.</p> <p>“Conservar los límites que se determinaron en la denominación de Parque Regional Natural Barbas-Bremen”.</p>
2011	Carder	<p>Acuerdo n.º 030</p> <p>“Por el cual se aprueba el Plan de Manejo del Parque Regional Natural Barbas-Bremen”</p>	<p>“Que los documentos de formulación de los planes de manejo para el parque se elaboraron de manera independiente en el área correspondiente a cada jurisdicción, los cuales deben ser objeto de articulación”.</p> <p>“Se hace necesario adoptar los planes de manejo elaborados por cada una de las corporaciones [...] los cuales estarán vigentes hasta que se elabore un nuevo plan de manejo para el área protegida [...]”</p> <p>“Aprobar el Plan de Manejo del Parque Regional Natural Barbas Bremen”.</p>
2011	Carder	<p>Acuerdo n.º 033</p> <p>“Por el cual se modifica el Acuerdo 017 del 17 de junio de 2011 [...]”</p>	<p>El artículo 7 es eliminado, donde se describe: “Junta Administradora Municipal, entendida esta como un espacio abierto, de jerarquía horizontal, donde pueden participar democráticamente todas aquellas personas e instituciones interesadas en la gestión y conservación del área protegida”.</p>

Fuente: Construcción propia con base en CRQ (2006, 2011) y Carder (2006, 2011a, 2011b, 2011c).

Complementariamente, el Plan de Gestión Ambiental de Filandia resalta los relictos de bosque en las cuencas altas de los ríos Barbas y El Roble, y las especies de flora y fauna amenazadas, en estado crítico, o vulnerable. Se ha designado la categoría «Tierras de bosques netamente protectores» al bosque que se encuentra en la cuenca del río Barbas debido a su función para proteger el suelo y el equilibrio hidrológico; también se reconoció que la clase VIII de suelos debe permanecer con coberturas naturales para prevenir la erosión debido a las fuertes pendientes y por su papel en la conectividad del parque de Los Nevados con la parte baja del río La Vieja (Alcaldía de Filandia, 2006).

Adicionalmente, el documento de soporte para ajuste en el Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira sobre el área del Parque Regional Natural Barbas-Bremen”, del año 2008, tuvo en cuenta los usos principales, complementarios y restringidos del suelo para las áreas de la ciudad que incidían en el nuevo Parque Natural Regional, así como los usos asignados para las zonas de producción sostenible, las áreas que allí se encuentran y los servicios que prestan (Carder, 2008).

Otro documento relevante es el Plan de Manejo y Ordenación de una Cuenca (POMCA) del río La Vieja, que reconoce el Parque Natural Regional Barbas-Bremen, categoría en la que se encontraba, como área protegida a tener en cuenta en los procesos de zonificación, y a ser incorporada en los POT y en los planes regionales de planificación. Información acerca del marco normativo ambiental nacional donde se explican los principios constitucionales, decretos o leyes de ministerios acerca del ordenamiento rural, así como planes departamentales forestales y de turismo que brindan generalidades de la zona, se encuentran en la Formulación del Plan de Manejo del Parque Natural Regional Barbas-Bremen (Echeverri Ramírez et al., 2007).

Medio físico

A continuación se describen los componentes de medio físico del DCS Barbas-Bremen y su importancia en los procesos de restauración ecológica.

Clima

La CRQ cuenta con la estación meteorológica Bremen (2890 m s. n. m., 4°40 N y 75°36 W), en Filandia, dentro del área del DCS. El promedio de la precipitación total anual para la serie 1971- 2002 es de 2890 mm, el valor máximo es de 4663 para 1999 y el mínimo de 1492 en 1992. Los meses más lluvioso para este periodo fueron octubre y noviembre con 3983 mm y 4096 mm, respectivamente, y los meses más secos junio y julio con 109,6 mm y 126,6 mm en el mismo orden (CRQ et al., 2009). Complementariamente, la estación de precipitación

del Ideam más cercana al distrito está en Salento, Quindío, a 1910 m s. n. m. El perfil anual, en la Figura 3, muestra un comportamiento bimodal para la zona, el cual debe ser tenido en cuenta para los planes de propagación y siembra durante las acciones de restauración.

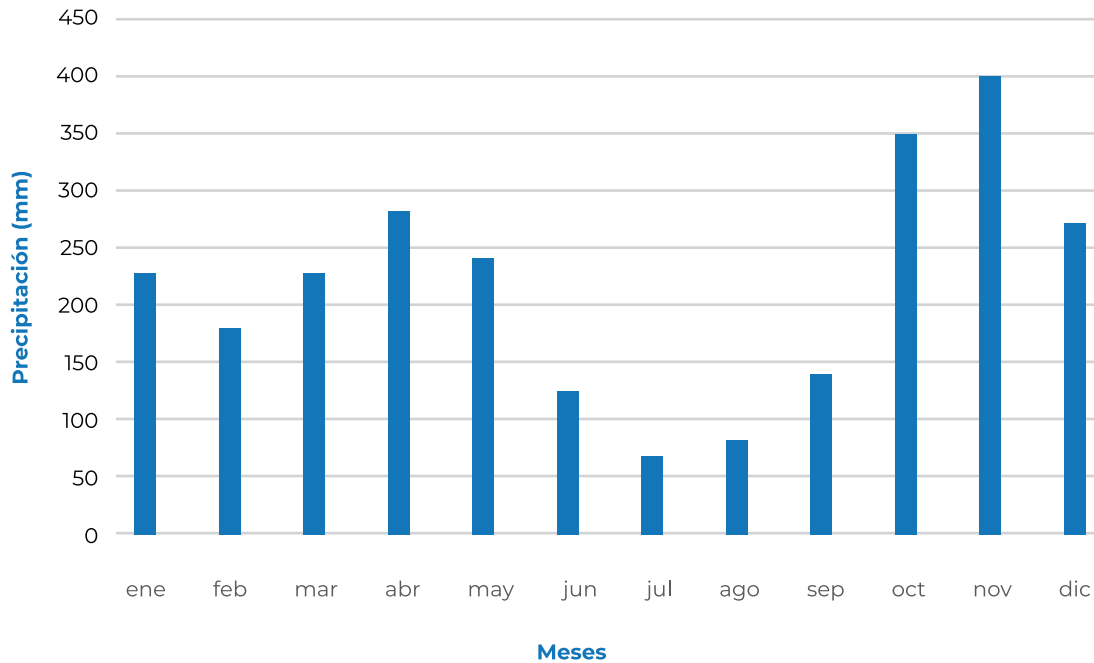


Figura 3. Promedio mensual multianual de precipitación, serie 1981-2010

Tomado de: Ideam, Estación Salento (latitud 4636, longitud -75.569, 1910 m s. n. m.). Código: 26120160

La estación de Bremen de la CRQ presenta una temperatura promedio multianual de 16.7 °C, entre el periodo 1989 y 2002, con un máximo de 17.7 °C y un mínimo de 15.9 °C. Según la clasificación climática del Quindío los climas presentes son: (1) clima frío y muy húmedo entre los 2000 y 3000 m s. n. m., con temperaturas entre 18-24°C y precipitación entre 2000-4000 mm, y (2) clima medio húmedo y muy húmedo entre 1300-2000 m s. n. m., un rango de temperatura de 18-24 °C, y valores de precipitación similares al primer clima descrito (CRQ, 2014).

Hidrografía

El DCS se encuentra en la subzona hidrográfica río La Vieja (Ideam, 2013). El río de mayor caudal es el río Barbas con 3.32 mm³/seg, tiene una cota de nacimiento de 2250 y una cota



de llegada de 1015, y su longitud de cauce es de 52.49 km. Esta subcuenca tiene un área (ha) de 107, 31 km², con una oferta hídrica de 104,7 mm³/año, demanda hídrica de 5,79 mm³/año, (161.17 l/s), balance hídrico de 98,91 mm³/año e índice de escasez de 5.53 %. Sin embargo, para este río se sugiere estudiar cada corriente ya que en algunos tramos se presenta un índice de escasez alto y en otros bajo (CRQ *et al.*, 2008; CRQ, 2009). Algunos de sus afluentes son las quebradas Bolillos, Los Micos, San Luis, El Pencil, El Palmichal, La Batea, La Plata, La Gloria, San José, Agua Bonita, El Cidral, y Limones (CRQ *et al.*, 2008), de acuerdo con la Figura 4.

El río Roble es otro afluente principal en la cuenca, algunas de las quebradas que lo alimentan son Las Cruces, Portachuelo, Chorro de las Madres, La Carolina, La Rivera, Cajones, El Bosque, y La Arenosa (CRQ *et al.*, 2009). Otro río de importancia es el Cestillal, que abastece de agua al acueducto Cestillal El diamante, uno de los más importantes para Risaralda (Carder, 2008).

La calidad del agua en el DCS se ve afectada por contaminación derivada de actividades agrícolas o pecuarias. En relación a las aguas subterráneas el DCS se encuentra en el sistema acuífero del Glacis del Quindío, el de mayor importancia para la cuenca del río La Vieja (CRQ *et al.*, 2009).

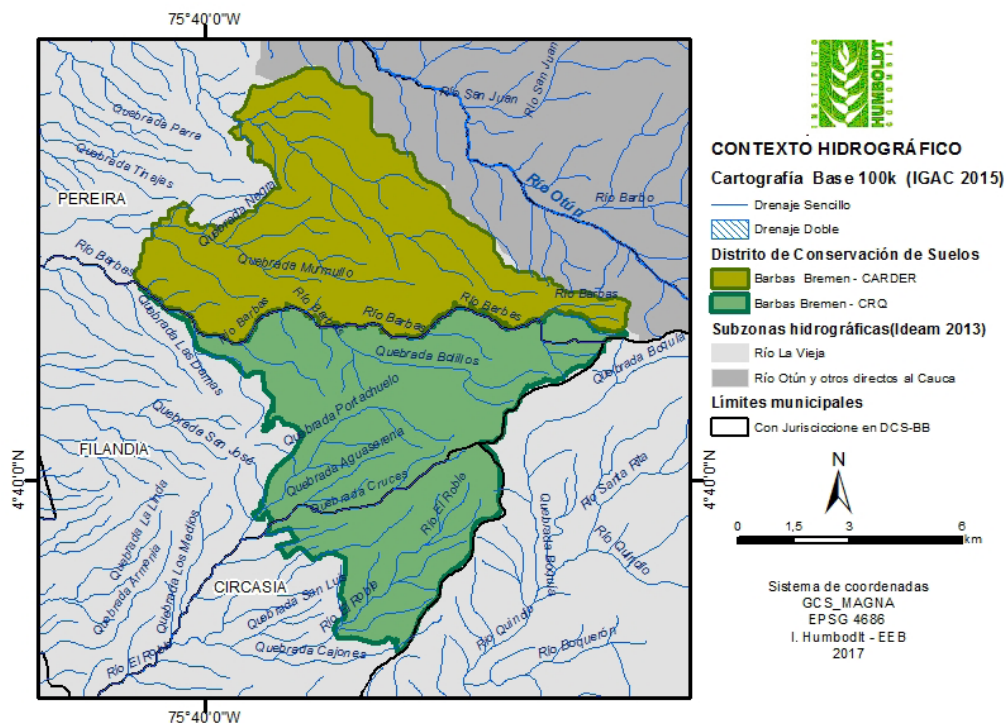


Figura 4. Contexto hidrográfico del DCS Barbas-Bremen. Elaboración Propia

Geología y geomorfología

El diagnóstico del Plan de Manejo Barbas-Bremen describe la geología de la zona como:

Rocas sedimentarias del cuaternario y rocas de origen fluvio-volcánico, fluvioglacial y fluvio-coluvial, dominando las coberturas de material piroclástico y de cenizas. Depósito volcano-sedimentario de un espesor a 100 m. Secuencia de vulcanitas básicas (diabasas y basaltos) con intercalaciones sedimentarias, secuencia de flujos de lodo volcánico y depósitos semiconsolidados y no consolidados de cenizas. (Echeverri Ramírez *et al.*, 2007)

Las fallas regionales son Cauca-Almaguer, De Silva-Pijao, De San Jerónimo y De Palestina. En el mismo plan de manejo, para el componente geomorfológico, se identificaron cuatro unidades que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Unidades geomorfológicas del DCS

Unidad	Descripción	Ejemplo/ localización
Vulcano-denudativa	Mantos piroclásticos. Depósitos volcano-eólicos en gran parte. Las cenizas adquieren ciertas características como texturas medias a moderadamente finas, permeabilidad media a baja y poca cohesión de sus partículas, lo cual incide en la configuración y características de las redes de drenaje de los diferentes paisajes que recubren.	Piedemonte hidrovolcánico de Armenia-Pereira, cubierto por un espeso manto de cenizas meteorizadas.
Unidad denudativa	Superficie colinado-ondulada en sedimentos del terciario. Este paisaje erosional se localiza en la base del macroabanco de Armenia-Pereira — continuidad topográfica del mismo—, y son unidades geomorfológicas de bajo relieve recubiertas por el manto de cenizas volcánicas.	El sector occidental profundamente socavado por las corrientes fluviales que descienden hacia el río Cauca.



Unidades deposicionales-denudativas	Abanico con un relieve general suavemente inclinado con altibajos.	Desde el Alto Morro Azul, sobre la falla Aranzazu (nacimiento de los ríos Barbas, Cestillal y otros).
Unidad deposicional	<p>Mayor tasa de meteorización de los materiales geológicos debido a precipitaciones y temperatura más altas que zonas más elevadas.</p> <p>El bosque ha sido sustituido por pastizales y pocos cultivos, se conservan algunos bosques de galería. Es un sector afectado por los procesos morfodinámicos actuales y recientes, relacionados con deformaciones plásticas y procesos hidrogravitatorios, principalmente en terracetas recientes y actuales, estas últimas a menudo agravadas por microdeslizamientos, desprendimientos lineares por efecto del pisoteo del ganado, y fenómenos hidrogravitacionales asociados o combinados con las mismas terracetas (zona proximal del macroabanico de Armenia-Pereira).</p>	Zona de transición frío-templada. Se extiende desde los 1700-2200 m s. n. m. Se caracteriza por ser una faja de morfología más variada, con mayor colonización agropecuaria.

Fuente: Echeverri-Ramírez *et al.* (2007)

Coberturas

El cálculo de coberturas de la tierra del DCS Barbas-Bremen se basó en la información cartográfica disponible en el portal del Sistema de Información Ambiental (<http://www.siac.gov.co/>), de donde se descargó el archivo cartográfico que contiene los límites correspondientes a los Distritos de Conservación de Suelos del Sistema Nacional de Parques a 2015. La información de coberturas se tomó de la última versión entregada por el Ideam del mapa de coberturas de la Tierra, *Corine Land Cover*, con imágenes 2010-2012 (Ideam, 2016). La clase dominante es el bosque denso, no obstante, cuando se suman los pastos limpios, con cultivos permanentes, transitorios, y plantaciones forestales (áreas productivas), el área es de 2979, en comparación con 2281 ha de todas las categorías de bosque; cada

clase se presenta por separado. Vale la pena resaltar las 952 ha en vegetación secundaria o transición. Las clases correspondientes al nivel tres de *Corine* se presentan de manera individual en la Figura 5.

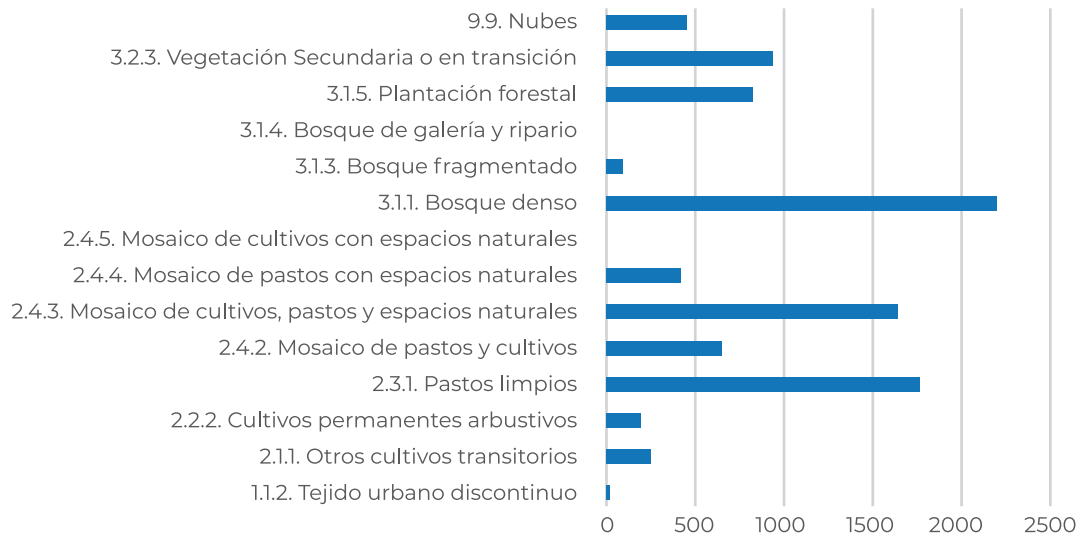


Figura 5. Coberturas de la Tierra CLC para el DCS Barbas-Bremen

Medio biótico

La información del componente biótico presentada a continuación se basa principalmente en cinco documentos: el estudio realizado por el Instituto Humboldt (2003); el Plan de Manejo de la Carder (2007); el Plan de Manejo de la CRQ (2009; 2014); y el informe de la Universidad Icesi y el Instituto Humboldt (2015).

Vegetación

La vegetación original de la zona corresponde a bosques andinos que se encuentran en mejor estado de conservación en pendientes y áreas de difícil acceso. La zona de vida predominante es bosque muy húmedo montano bajo. Debido a los procesos de transformación, se encuentran áreas seminaturales en procesos de regeneración —asociados principalmente a cuerpos de agua—, fragmentos de bosque, y áreas productivas agrícolas y ganaderas (Instituto Humboldt, 2003; Echeverri-Ramírez *et al.*, 2007; y CRQ, 2014).

En los levantamientos de vegetación de 2002, realizados por el Instituto Humboldt, se encontraron 243 especies de árboles, distribuidas en 63 familias y 133 géneros. Las especies de arbustos encontradas son 337 que pertenecen a 52 familias y 137 géneros. La Tabla 3 expone el número de las especies por elementos del paisaje.



Tabla 3. Número de especies de árboles y arbustos encontrados para cada tipo de elemento del paisaje muestreado

Elementos del paisaje	Árboles	Arbustos
Bosques	154	201
Bordes	104	159
Cañadas	118	152
Fragmentos	120	163
Potreros	4	5
Plantaciones pino-eucalipto	7	41

Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2003)

Especies pioneras de bosques jóvenes se encontraron en las áreas analizadas que tienen alto efecto de borde como las cañadas y fragmentos pequeños. Se resaltó la presencia de la palma macana (*Wettinia kalbreyeri*), categorizada como vulnerable de extinción, entre las especies dominantes en cañadas y fragmentos, junto con otras especies propias de bosques maduros, lo cual sugiere un relativo buen estado de conservación o protección por parte de los propietarios. El análisis de complementariedad arrojó los valores más altos para las coberturas boscosas, plantaciones y potreros (Instituto Humboldt, 2003).

Es importante mencionar que Lozano *et al.* (2004) identificaron que los bosques, bordes, fragmentos y cañadas son las unidades con más alta biodiversidad alfa en la cuenca media del río Barbas respecto a los grupos de plantas, aves e insectos evaluados (Echeverri Ramírez *et al.*, 2007). De esta manera, se resalta su relevancia en acciones de restauración y conservación.

Adicionalmente, en el plan de manejo de la CRQ (2014), en los municipios de Filandia y Circasia se reportan 166 especies de angiospermas (67 familias - 130 géneros) mediante recorridos lineales en áreas boscosas, relictos o corredores, en contraste con las 133 especies de 80 familia reportadas por Icesi (2015) exclusivamente para Filandia. Lo anterior muestra la urgencia de unificar los listados de especies de los diferentes estudios para obtener una lista única que permita conocer el estado de la flora en el distrito.

Las formas de vida dominantes de las especies son árboles (33,67 %) y arbustos (31,65 %), con una menor representación de herbáceas (27,7 %) y palmas (7,03 %). Se reportan especies de alto valor ecológico y de importancia para la conservación con algún grado de amenaza según la UICN, descritas en la Tabla 4. Los estudios en las zonas de bosque evidencian el proceso de sucesión en la zona debido a las presiones antrópicas generadas previamente (CRQ, 2014).

Tabla 4. Especies con algún grado de amenaza identificadas por el Instituto Humboldt en 2003

Especies en peligro crítico de extinción global	<i>Magnolia gilbertoi</i> (Lozano) Govaerts	Copachi, molinillo
	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (Karst) H. Wendl	Palma de cera
Categoría UICN: EN/CR		
Especies en peligro crítico de extinción nacional	<i>Magnolia hernandezii</i> (Lozano) Govaerts	Molinillo
	<i>Aniba perutilis</i> Hemsley	Comino, comino crespo
Categoría UICN: EN/CR		
Especies vulnerables principalmente por extracción y aprovechamiento sustentable	<i>Aniba coto</i> (Rusby) Kostermans	Laurel, Laurel comino
	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turczaninow	Cedro, cedro rosado, cedro de altura, cedro de montaña
	<i>Persea americana</i> Miller	Aguacate
	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz y Pavón) O. Kuntze	Mediacara o mediacaro
	<i>Wettinia kalbreyeri</i> (Burret) R. Bernal	Macana
Categoría UICN: VU		



	<i>Aiphanes simplex</i> Burret	Corozo, mararay
Especies vulnerables principalmente por transformación de hábitat (pérdida de la	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) D.C.	Manzano de monte
	<i>Calatola colombiana</i> Sleumer	
cobertura vegetal	<i>Clavija lehmannii</i> Mez	Durazno de monte
boscosa nativa)	<i>Heliconia venusta</i> Abalo y Morales	Heliconia
Categoría UICN: VU	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Muell-Arg	Candelo
	<i>Passiflora arborea</i> Sprengel	Curuba de monte

Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2003)

Fauna

En los documentos consultados se han realizados estudios para diferentes grupos taxonómicos, algunos son exclusivos de análisis puntuales —como las hormigas— mientras que otros —como las aves— se repiten en todos los casos. Los datos se organizaron en orden temporal, de los más antiguos a los más recientes; como el tipo y esfuerzo de muestreo son diferentes, se mostrarán de manera complementaria.

Hormigas

Este grupo fue analizado exclusivamente por el Instituto Humboldt en 2003, son un indicador de la condición del ambiente, son abundantes, y, por sus cualidades, pueden ser usadas como indicadores de biodiversidad. En total se colectaron 95 especies de hormigas (36 géneros, 7 subfamilias), con una alta efectividad de muestreo dada por las curvas de acumulación calculadas en el ejercicio. La mayor riqueza de especies se reportó en los bosques (66 especies), bordes de bosque (60 especies), y cañadas (52 especies). Estas dos primeras clases tienen el mayor número de especies únicas, que se puede explicar por la mayor complejidad de estratos, y esto, a su vez, aumenta la diversidad de nichos. Por otro lado, los fragmentos de bosque, plantaciones, y matriz de pastizales tienen los valores de riquezas más bajos. Las cañadas fueron identificadas como elementos estratégicos en la conectividad de fragmentos de bosques aislados que incrementan la viabilidad de las especies y su riqueza (Instituto Humboldt, 2003).

Aves

Para este grupo, el Instituto Humboldt hizo un muestreo de 44 días repartidos en 2002 y 2003, en seis elementos de paisaje, con un total de 256 puntos y 175 especies, de las cuales se excluyeron las aves acuáticas, colibríes, y aves volando a grandes alturas. Se estimó que las observaciones corresponden al 94 % del total de especies que se encuentran en la zona. Las especies usadas en el análisis fueron 127, pertenecientes a 34 familias. Las familias con mayor número de especies son Tyranidae (25 especies), seguidas por las Thraupidae (17 especies).

Se identificó la fragmentación del hábitat como una de las mayores amenazas, especialmente para las especies con algún grado de amenaza (Tabla 5). Con base en lo anterior, se sugirió aumentar la cobertura de bosque y establecer corredores entre el cañón del río Barbas y la reserva forestal Bremen. De esta manera, aumentaría el flujo genético y la calidad de vida de las especies. La presencia de árboles en potreros también favorece la riqueza de aves observadas en estas unidades. Igualmente, la cercanía de fragmentos de bosque a plantaciones favorece que las especies puedan colonizar o usar nuevos espacios (Instituto Humboldt, 2003).



Tabla 5. Especies de aves identificadas con algún grado de amenaza y afectadas por fragmentación

Especie (nombre científico)	Categoría de riesgo*
<i>Penelope perspicaz</i>	EN
<i>Chlorochrysa nitidissima</i>	VU
<i>Pseudocolopterix acutipennis</i>	VU
<i>Aburria aburri</i>	NT
<i>Odontophorus hyperythrus</i>	NT

Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2003)

*EN: En peligro de extinción; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazadas

El Plan de Manejo de la CRQ (2009), que recopiló información de diferentes estudios, registró 325 especies de aves (54 familias), con 10 especies endémicas, 4 casi endémicas, 14 bajo alguna categoría de amenaza, y 50 que cumplen con algún criterio AICA (Área de Importancia para la Conservación de las Aves); lo cual evidencia la riqueza e importancia de la avifauna del distrito, antes PNR Barbas-Bremen. Lo anterior equivale al 59.85 % de representatividad de las aves del Quindío; sin embargo, no existe un listado oficial de dichas especies, por lo que esta información está siendo objeto de revisión (CRQ, 2014).

El reporte de 2014 para los municipios de Filandia y Circasia señala 28 familias con 68 especies, de las cuales 7 son migratorias. Estas observaciones incluyeron información de actividades de las aves al momento del avistamiento (vocalizando, alimentándose, reproduciéndose, etc.), tipo de dieta, y categoría de amenaza (CRQ, 2014). Icesi (2015), en una ventana exclusiva para Filandia, reporta 148 especies en 42 familias.

Mamíferos

Para el distrito de conservación en jurisdicción de la CRQ, se estimaron 77 especies de mamíferos (18 familias) (CRQ, 2009), que representan el 95 % de especies del Quindío, según

la revisión de FUNDASILVESTRE y CRQ; de estas, 4 están en estado vulnerable, 3 casi amenazado, 3 en peligro, y 6 en preocupación menor como se muestra en la Tabla 6 (CRQ, 2014).

Tabla 6. Especies de mamíferos con algún grado de amenaza

Especie (nombre científico)	Categoría de amenaza	Especie (nombre científico)	Categoría de amenaza*
	VU	<i>Potos flavus</i>	LC
<i>Caluromys derbianus</i>	NT	<i>Lontra longicaudis</i>	EN
<i>Chironectes minimus</i>	LC	<i>Leopardus tigrinus</i>	NT
<i>Didelphis albiventris</i>	LC	<i>Leopardus wiedii</i>	NT
<i>Didelphis marsupialis</i>	LC	<i>Leopardus wiedii</i>	NT
<i>Tamandua mexicana</i>	LC	<i>Leopardus wiedii</i>	NT
<i>Aotus lemurinus</i>	EN	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	VU
<i>Tremarctos ornatus</i>	VU	<i>Microsciurus mimulus</i>	LC
<i>Nasua nasua</i>	VU	<i>Echinoprocta rufescens</i>	LC
	LC	<i>Dinomys branickii</i>	EN

Fuente: CRQ (2009)

*EN: en peligro de extinción; VU: vulnerable; NT: casi amenazadas; LC: preocupación menor

Por otro lado, estudios específicos para el municipio de Filandia, realizados en 2014, reportaron 7 familias y 18 especies, entre las cuales 13 son mamíferos voladores que fueron colectados mediante redes de niebla en un muestreo de 8 días. Los mamíferos terrestres fueron registrados por observación, colecta manual o de esqueleto, e identificación de sonidos característicos (Icesi, 2015).

Herpetos y peces

Registros de estos dos grupos se encuentran en el informe de Icesi (2015) para el municipio de Filandia. Allí se reportaron 6 familias de herpetos con 10 especies de anfibios y 7 especies



de reptiles (Tabla 7). Para peces se encontraron 11 especies de las cuales dos son endémicas, distribuidas en 5 familias y 8 géneros (Tabla 8).

Tabla 7. Familias y especies de anfibios y reptiles reportadas

Clase amphibia		Clase reptilia	
Familia	Especie	Familia	Especie
Centrolenidae	Centrolene savagei	Colubridae	Dipsas pratti
	Centrolene quindianum		Erythrolamprus epinephelus
	Espadarana prosoblepon		
	Nymphargus grandisonae		
Craugastoridae	Pristimantis palmeri	Dactyloidae	Anolis ventrimaculatus
	<i>Pristimantis achatinus</i>		Anolis eulaemus
	<i>Pristimantis erythropleura</i>		Anolis antonii
	<i>Pristimantis w-nigrum</i> <i>Pristimantis thectopternus</i>		
Dendrobatidae	Andinobates bombetes	Viperidae	Bothriechis schlegelii

Fuente: Icesi (2015)

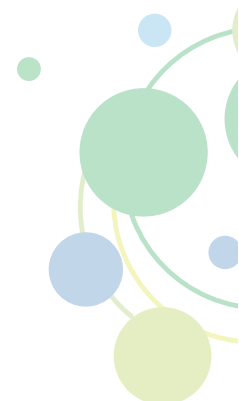


Tabla 8. Familias y especies de ictiofauna reportadas

Orden charchariformes		Orden siluriformes	
Familia	Especie	Familia	Especie
			<i>Astroblepus chapmani</i>
			<i>Astroblepus choate</i>
		Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
	<i>Astyanax aurocaudatus</i>		<i>Astroblepus longifilis</i>
Charcharidae	<i>Brycon henni</i>		
	<i>Bryconamericus caucanus</i>	Pimelodidae	<i>Cetopsorhania boquillae</i>
	<i>Hemibrycon boquiae</i>		
		Loricariidae	<i>Chaetostoma thomsoni</i>
		Trichomycteridae	<i>Trichomycterus caliense</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>

Fuente: Icesi (2015)

Objetos de conservación

Una descripción de los valores objetos de conservación se encuentra en el Plan de Manejo de la Carder (Echeverri Ramírez *et al.*, 2007), lo cuales se presentan a diferentes niveles: desde escala de paisaje hasta especie. Se tuvieron en cuenta criterios de complementariedad, representatividad o viabilidad. Algunos ejemplos son el paisaje, la composición florística de los bosques riparios, importancia en la provisión y regulación del recurso hídrico de la estrella hídrica, los humedales, entre otros. Los objetos de conservación de especies focales, incluidas en el Sistema Regional de Áreas Protegidas (Sirap) del eje cafetero, se presentan en la Tabla 9.



Tabla 9. Especies focales con objetivos de conservación

	Especie	Nombre común	Criterio de selección*
Mamíferos	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador	R, C
	<i>Tapirus pinchaque</i>	Danta	C
	<i>Mazama rufina</i>	Venado Soche	
	<i>Tremarctos ornatu</i>	Oso de anteojos	C
	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria de río	
Aves	<i>Penelope perspicax</i>	Pava caucana	R, C
	<i>Saltador cinctus</i>	Saltador collarejo	C
	<i>Andigena hypoglauca</i>	Terlaque andino	C
Anfibios	<i>Dendrobates bombetes</i>	Rana venenosa del Cauca	
	<i>Atelopus Quimbaya</i>	Arlequín quimbaya	
	<i>Eleutherodactylus necopinus</i>	Rana cabezona	

	Especie	Nombre común	Criterio de selección*
Plantas	<i>Aniba perutilis</i>	Laurel comino	R, V
	<i>Magnolia gilbertoi</i>	Molinillo	R, C
	<i>Magnolia hernandezii</i>	Molinillo	R, C
	<i>Ceroxylum alpinum</i>	Palma de cera, palma de ramo o palma real	R, V
Peces	Familia		
	characidae (<i>Trichomictoridae</i>	---	---
	y <i>astroblepidae</i>)		

Fuente: Echeverri Ramírez *et al.* (2007)

***R:** representatividad; **V:** viabilidad; **C:** complementariedad

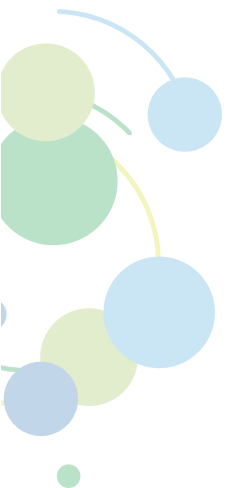
En 2014 la Universidad Icesi, en convenio con el Instituto Humboldt, en el marco del proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad de las Áreas Operativas de Ecopetrol, realizaron una ventana de estudio de biodiversidad en el municipio de Filandia. Se registraron 326 especies (139 familias); los grupos por orden de riqueza fueron flora, aves, mamíferos, herpetos y pece; se encontraron nuevas especies en los corredores que no habían sido plantadas o reportadas en el proceso de restauración; y se registró una nueva especie del género *Ocotea* para el cañon del río Barbás, tres especies nuevas de fauna para el Quindío (*Anolis eulaemus*, *Rupicola peruvianus* y *Anoura aequatoris*), y un nuevo registro de *Centrolene quindianum* endémica del departamento, que cuenta con pocos puntos de ocurrencia. Estos resultados llevaron a la formulación de otros OdC que se resumen en la Tabla 10 (Icesi, 2015).



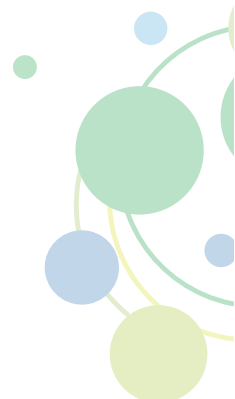
Tabla 10. Lineamientos de los objetos de conservación para los grupos taxonómicos evaluados

Grupo y fuentes de presión para los OdC	Lineamiento de manejo	Estrategia de conservación
Flora	Actividades de educación ambiental relacionadas con <i>Calatola costaricensis</i> y <i>Wettinia kalbreyeri</i> , y ecosistemas de bosque maduro para disminuir su extracción.	Preservación
- Tala para la construcción y leña	Talleres que fomenten el uso sostenible de <i>Philodendron longhirrizum</i> y <i>Heliconia venusta</i> (siembra en viveros, usos artesanales, entre otros).	Uso sostenible, preservación
-Extracción indiscriminada para las artesanías	Investigación de <i>Ocotea sp.</i> (biología, ecología, estado, poblaciones, entre otros) y promover su conservación.	Generación de conocimiento
Peces	Investigación sobre <i>Astyanax aurocaudatus</i> , especie endémica casi amenazada, e impulsar actividades de educación ambiental para conservar su hábitat, en este caso, las cuencas del río Quindío y el río Barbas, evitando su contaminación.	Generación de conocimiento, preservación
Contaminación de las fuentes hídricas		
Reducción de hábitat	Investigación sobre la especie endémica <i>Trichomycterus</i>	Generación de conocimiento
Rápida disminución de las poblaciones	<i>caliensis</i> de la cuenca alta del río Cauca, y en el río Quindío y sus afluentes.	
Pesca indiscriminada		
Distribución geográfica restringida	Incentivar la cría en cautiverio para el consumo y la reintroducción de la especie <i>Brycon henni</i> (afectada por la pesca y reducción de hábitat).	Uso sostenible y preservación

Grupo y fuentes de presión para los OdC	Lineamiento de manejo	Estrategia de conservación
Herpetofauna	Evaluar el estado poblacional de la especie <i>Andinobates bombetes</i> , sus posibles amenazas, implementar acciones de restauración para preservar su microhabitat, y promover su cría en cautiverio.	Generación de conocimiento, preservación, uso sostenible
Procesos de fragmentación de hábitat Presencia de <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i> en la zona	Realizar estudios de impacto ambiental e historia natural de <i>Centrolene savagei</i> , <i>Centrolene quindianum</i> , <i>Espadarana prosoblepon</i> y <i>Nymphargus grandisonae</i> . Conservar las fuentes hídricas y evitar su contaminación para preservar su hábitat.	Generación de conocimiento, preservación
Pérdida de cobertura vegetal	Evaluación del estado poblacional y requerimientos ecológicos de <i>Anolis ventrimaculatus</i> , <i>Anolis</i>	Generación de conocimiento,
Contaminación de fuentes hídricas	<i>Eulaemus</i> , <i>Hypodactylus mantipus</i> , <i>Bothriechis schlegelii</i> , y <i>Erythrolamprus epinephelus</i> .	preservación
Mortandad en carretera en los cruces entre corredores	Impulsar actividades de ecuación ambiental centradas en la importancia ecosistémica de <i>Dipsas pratti</i> ,	Preservación
	<i>Bothriechis schlegelii</i> , y <i>Erythrolamprus epinephelus</i> .	



Grupo y fuentes de presión para los OdC	Lineamiento de manejo	Estrategia de conservación
Aves	Incentivar actividades de conservación del río Barbas mediante el estudio y protección de la especie <i>Cinclus leucocephalus</i> , bioindicadora de calidad de agua.	Generación de conocimiento, preservación
Contaminación de fuentes hídricas		
Destrucción de pequeñas cañadas	Generar actividades de conservación de la reserva forestal de Bremen mediante el estudio y protección de la especie <i>Pharomachrus auriceps</i> , indicadora de la oferta de frutos en el bosque maduro, y como avance de la restauración en los corredores biológicos.	Generación de conocimiento, preservación
Deforestación y tala selectiva		
Disminución del hábitat	Incentivar actividades de aviturismo en la zona para observar a <i>Habia cristata</i> (cañadas bien conservadas), <i>Cardellina canadensis</i> (especie migratoria), <i>Chlorochrysa nitidissima</i> , y <i>Penelope perspicax</i>	Uso sostenible



Grupo y fuentes de presión para los OdC	Lineamiento de manejo	Estrategia de conservación
Mamíferos	<p>Impulsar actividades de educación ambiental para la comunidad sobre la importancia de la especie de</p> <p><i>Choloepus sp</i> con el fin de disminuir su tráfico ilegal. Desarrollar estrategias encaminadas al control del tráfico ilegal de fauna aplicado a esta especie de explotación en la zona.</p>	Preservación
Tráfico ilegal	<p>Generar investigación sobre la biología, ecología y estado de las poblaciones <i>Sturnira oporaphilum</i>, <i>Platyrrhinus dorsalis</i>, <i>Anoura aequatoris</i>, y <i>Eptesicus furinalis</i>.</p>	
Deforestación		Generación de conocimiento
Fragmentación del hábitat	<p>Generar actividades de conservación de la reserva forestal de Bremen mediante el estudio y protección de la especies <i>Sturnira oporaphilum</i>, <i>Platyrrhinus dorsalis</i>, <i>Anoura aequatoris</i>, y <i>Eptesicus furinalis</i>, y divulgar su importancia.</p>	Preservación

Fuente: Icesi (2015)

Humedales

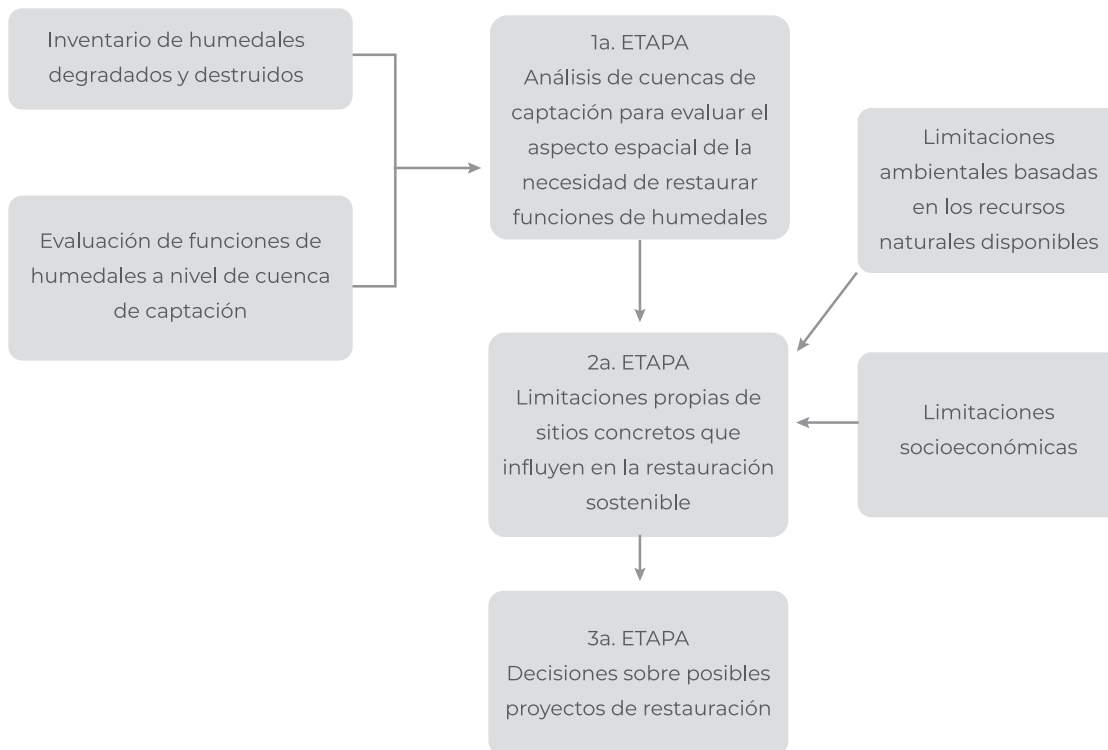
Las características de los humedales son diversas, la convención Ramsar de 1971 en Irán, adoptada por Colombia bajo la Ley 357 en 1997, define estos ecosistemas como “[...] aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Convención de Ramsar, 1971). Es decir que se reconocen las áreas que pueden tener una lámina permanente o temporal de agua y zonas aledañas, con condiciones particulares de geoformas, suelos y biota que responden a regímenes hidrológicos determinados (Vilardy et al., 2014); preservar estos componentes permite su funcionamiento. Se estiman alrededor de 88 tipos de humedal para el territorio nacional, sus características biofísicas y los servicios que prestan varían en el gradiente altitudinal y entre las subzonas hidrográficas (Ricaurte et al., 2015).



En general, son reconocidos por su rol en el balance hídrico en épocas de exceso o escasez del recurso, la purificación de agua, regulación del clima, erosión, provisión de agua, comida, fibras, entre otros (Millenium Ecosystem Assessment, 2005); sin embargo, su calidad y extensión sigue disminuyendo a nivel global (Secretaría de Ramsar, 2015).

La restauración de humedales debe contar con información base que permita hacer una adecuada priorización, por ejemplo, el inventario y la tipificación brindan información de ubicación, servicios ecosistémicos, características hidrológicas (hidroperiodo), criterios de conectividad, relación con aguas subterráneas o acuíferos, matrices o coberturas aledañas (naturales o antrópicas), y las amenazas o disturbios a los que está sujeto. Una propuesta de lo anterior la realizó la Secretaría de Ramsar en 2002, y se resume en la Figura 6. Conocer el tipo de humedales del área de estudio, su ubicación y su régimen hidrológico, permitirá hacer una adecuada selección de las estrategias de restauración, por ejemplo, incluir planes de propagación de vegetación en el invernadero, selección de especies, cronogramas de siembra, garantizar flujos hídricos, entre otros.

Figura 6. Proceso para determinar proyectos de restauración de humedales



Tomado de: Secretaría de Ramsar (2002)

Los humedales no pueden ser vistos de manera individual, la gestión debe ser por complejos y centrarse en una mirada de cuencas, más regional que local, teniendo en cuenta que son sistemas conectados superficialmente y en algunos casos subterráneamente; por lo tanto, el objetivo es la integridad del sistema (Jaramillo y Estupiñán Suárez, 2017). Reconocer y aceptar su dinámica y los regímenes de perturbación natural, a diferentes escalas espacio temporales, es esencial para su gestión (Montes *et al.*, 2007).

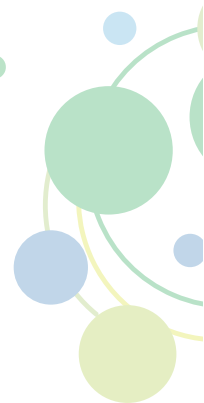
Lo anterior es uno de los principios al momento de seleccionar los humedales en un proceso de restauración, es así como se recomienda priorizar humedales que se encuentren conectados hídricamente. Otros criterios a tener en cuenta son los servicios que presta y se busca restaurar, y los procesos de transformación y los tensionantes a los que está sujeto. Algunos procesos que llevan a la alteración, degradación o transformación de estos ecosistemas se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Procesos antrópicos que llevan a la alteración de humedales

Alteración, cambio o disturbio	Causa
Alteración de la estructura física	Dragado o relleno
	Urbanización
	Industria
	Carreteras
	Agricultura
Alteración del régimen hidrológico en la cuenca hidrográfica	Embalses (energía y riego)
	Extracción de aguas fluviales o desviación del cauce
	Sobreexplotación de acuíferos



Alteración, cambio o disturbio	Causa	
Alteración del régimen hidrológico en el humedal	Drenaje	
	Canalización	
	Saneamiento	
	Diques	
	Extracción de agua	
	Riego	
Dragado	Vertimiento de aguas residuales, industriales, o por acuicultura	
Cambios en la calidad del agua		Escorrentía de nutrientes de agricultura, pesticidas, y herbicidas
		Salinización de aguas superficiales y subterráneas
		Cambios de uso del suelo: deforestación, erosión, y colmatación
		Sedimentación
Sobreexplotación de los productos	Pesca	
	Caza	
	Pastoreo	
	Extracción excesiva de recursos naturales (minería)	



Alteración, cambio o disturbio	Causa
Introducción de especies invasoras	Plantas
	Peces
	Aves
Gestión, negligencia y restauración	Control de la vegetación por quema, pastos, dragado, manejo de cacería, y manejo de pesca

Fuente: construcción propia con base en Tomas Vives (1996) y Vargas Ríos *et al.* (2012)

Medio socioeconómico

En la zona se identifican tres tipos de predios: particulares dedicados a producción agropecuaria y recreación, empresariales para producción forestal, e institucionales con objeto de conservación. El 59 % de los predios en 2003 tenía una área menor a 27 ha, y los dos más grandes 379 y 720 ha (Instituto Humboldt, 2003).

Información de 1991 y 2002 muestra que el sistema productivo dominante es la ganadería, en su mayoría lechera o doble propósito, seguido por las plantaciones forestales y cultivos (Instituto Humboldt, 2003). En el Plan de Manejo de la CRQ (2014) se muestra que para la comunidad a nivel de vereda, la ganadería corresponde a más del 70 % de la actividad económica —en El Vergel, Cruces, La Concha, y Membrillal—, con excepción de El Roble, donde es el 50 %, y La Julia, donde no se tiene datos.

En los documentos analizados se observa que los cultivos frutales han variado, se tienen reportes de tomate de árbol, lulo, feijoa, mora, fresa, granadilla, y tomate bajo invernadero. El café ha sido un cultivo persistente, aunque las áreas sembradas han disminuido. En la zona también se tiene registros de cultivos de flores y champiñones. Los cultivos semestrales como yuca, plátano, maíz, frijol, entre otros, son restringidos a zonas de pendientes menores a 50 % por la CRQ (Instituto Humboldt, 2003; Echeverri Ramírez *et al.*, 2007; y CRQ, 2014). Durante el taller y en la visita de campo se evidencia el predominio actual del cultivo de aguacate hass.



El ecoturismo es otra actividad económica y reconocida en los planes de manejo de las corporaciones. Se resalta la necesidad de infraestructura y mantenimiento de manera sostenible, además, debe tener como objetivo la sensibilización y educación para la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas. Una de las mayores ventajas es el reconocimiento del eje cafetero como destino turístico y el fácil acceso por vías terrestres al Distrito. No obstante, se advierte la presión que puede generar un turismo no controlado que deteriore el hábitat en lugar de preservarlo (CRQ, 2014 y Echeverri Ramírez *et al.*, 2007). Lo anterior se evidenció durante la visita al corredor de los Monos, donde se encontró basura en la entrada del corredor, y al hablar con personas de la zona comentaron que algunos hoteles y hostales envían turistas sin ningún acompañamiento, incluso, en algunos casos, se han perdido turistas y pobladores locales han tenido que ir a buscarlos; por lo tanto, se deben formular e implementar estrategias de regulación más estrictas para el desarrollo de actividades ecoturísticas en las áreas de restauración.

Otra fuente de información consultada fue el Censo Nacional Agropecuario (CNA) de 2013, específicamente las preguntas relacionadas con la gestión sobre los recursos naturales, la producción, y el área total en usos y coberturas (secciones XI y XII). Es importante mencionar que estos datos se encuentran almacenados a nivel de veredas, y se seleccionaron La Julia, El Vergel y Cruces, en Filandia; Membrillal, El Roble, La Concha, y San Antonio, en Circasia; Arabia, Tribunales Córcega, La Florida, y La Bella, en Pereira. El número de respuestas varía entre preguntas ya que estas secciones eran opcionales para el encuestado. Lo anterior muestra la limitación de los datos, no obstante, son indicativos y muestran la percepción general de la comunidad. En total se identificaron 1497 unidades productivas sujetas al censo que corresponden a las veredas seleccionadas, de estas se tienen aproximadamente entre 650-750. Como ejemplo se presenta la distribución de puntos con o sin respuestas para el distrito (Figura 7).

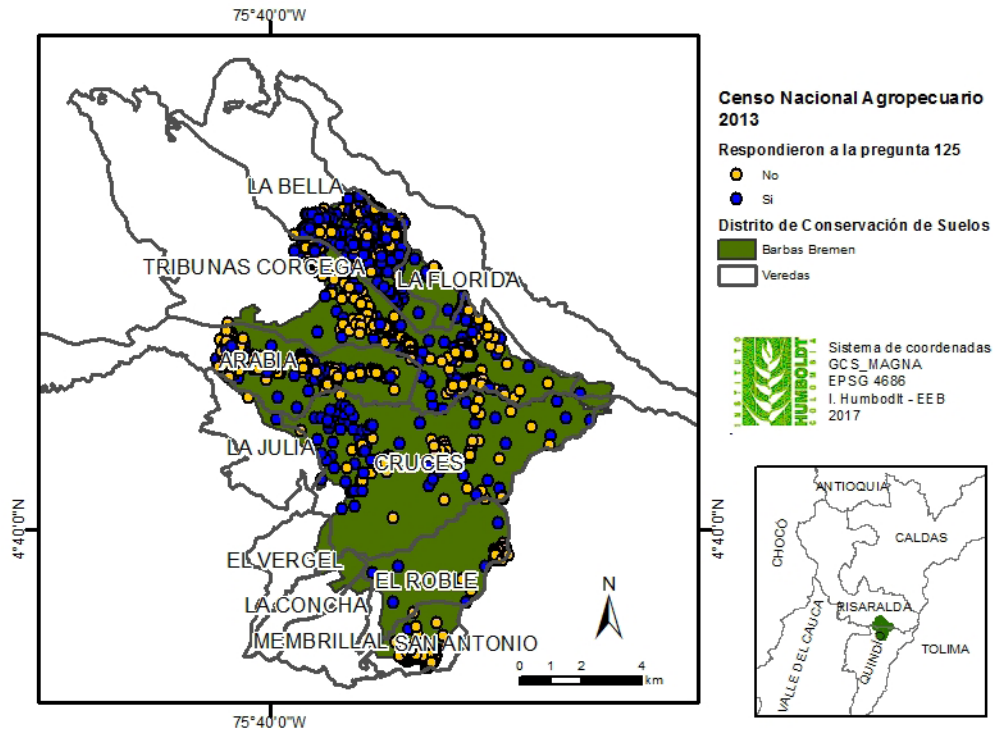


Figura 7. Unidades productivas disponibles en el Censo Nacional Agropecuario para el distrito. Elaboración propia

Entre las respuestas más relevantes se muestra el alto reconocimiento a los servicios que presta el distrito con relación a agua, leña, fauna, y flora (Figura 8). También se identifica que a 2013 la mayoría de las personas hacen una buena disposición de los desechos, sin embargo, al ser una figura de conservación de suelos debería propenderse por un manejo del 100 % (Figura 9). Finalmente, se identifica cómo la mayor área de las unidades productivas está destinada a uso agropecuario, y, en segundo nivel, se encuentran los bosques naturales (Figura 10).



129. ¿Cuáles de los siguientes productos aprovechó de estos bosques naturales o vegetación de páramo?

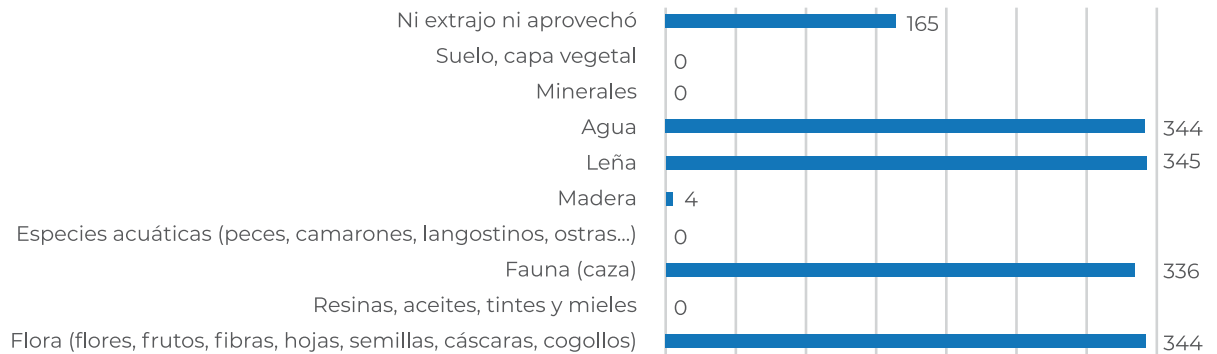


Figura 8. Respuestas afirmativas (sí) a la pregunta 129, sección XI
Tomado de: Censo Nacional Agropecuario (2013)

132. Maneja, reutiliza o elimina los desechos de plástico, vidrio o PVC de los productos utilizados en las actividades agropecuarias de la siguiente forma:

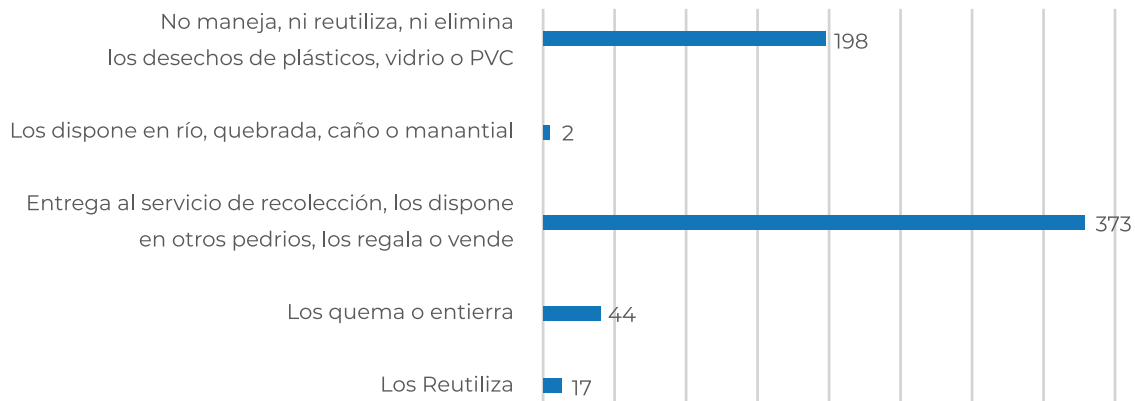
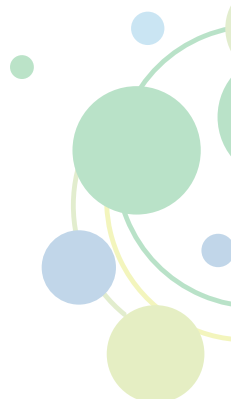


Figura 9. Respuestas afirmativas (sí) a la pregunta 132, sección XI
Tomado de: Censo Nacional Agropecuario (2013)



142-149. Área total en usos y coberturas de la tierra dentro de la UPA

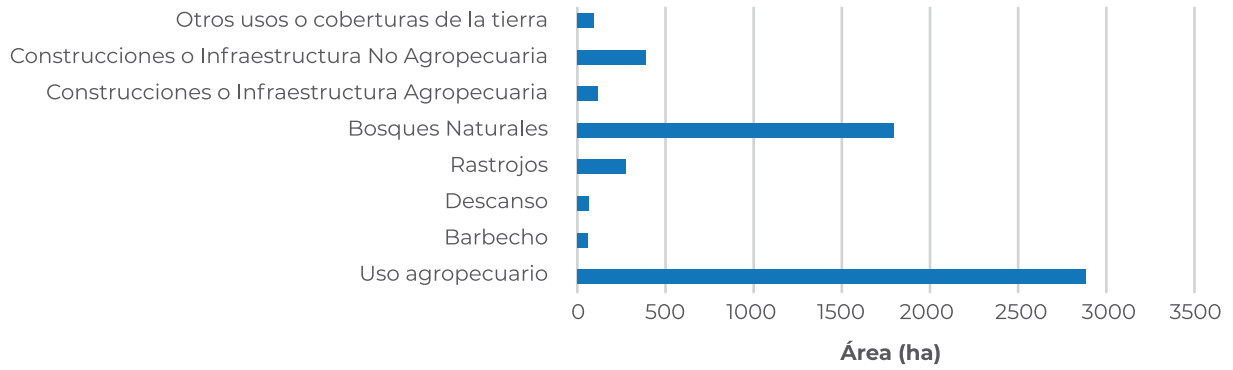
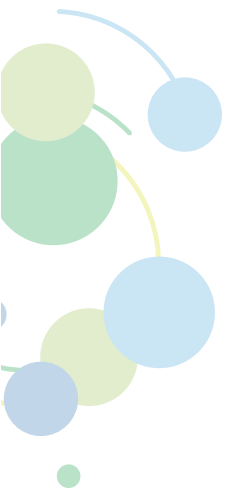


Figura 10. Respuestas de estimado de área (ha) a las preguntas 142 a 149, sección XII
Tomado de: Censo Nacional Agropecuario (2013)



2. CONCEPTOS BÁSICOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y SU ABORDAJE

El desarrollo económico del Eje Cafetero ha dependido, en gran medida, de sus recursos naturales, de sus ecosistemas, y de la resistencia que estos han tenido para permitir los diferentes procesos agropecuarios, industriales, económicos, sociales, turísticos, y culturales. Para el caso de las áreas disturbadas en el DCS Barbas-Bremen, así como en la mayor parte del Eje Cafetero y en otras regiones de Colombia, el desarrollo económico se ha basado en la explotación del capital natural; en consecuencia, actualmente el país presenta menos del 55 % de su área original de bosques (FAO, 2011), y más del 22 % del territorio continental se encuentra en algún estado de daño, degradación o destrucción (Ideam *et al.*, 2007; Etter *et al.*, 2008; e IGAC, 2012).

En Colombia la transformación más drástica de los biomas ha ocurrido en las regiones Andina y Caribe, aproximadamente el 61 % y 61,8 %, respectivamente (Etter y van Wyngaarden, 2000 y Arango *et al.*, 2003). Específicamente en la región andina, las zonas más afectadas han sido las ubicadas entre los 1500 y los 2500 m s. n. m. (bosque subandino) (Cavelier, 1997; Renjifo, 1999, 2001; Kattanm, 2002; y Durán y Kattan, 2005), territorio en el que se encuentra el DCS Barbas-Bremen.

Actualmente, esta zona presenta aproximadamente unas 4861 ha transformadas (se incluyen áreas productivas, plantaciones forestales, áreas sucesionales, y fragmentos de bosque), lo que corresponde al 69 % del total de su territorio.

La transformación a la que han estado sometidos los ecosistemas del DCS Barbas-Bremen obliga a considerar varios tipos de respuesta para detener, ajustar, o revertir dicha transformación. Estas pueden ser: preservación de áreas naturales en mejor estado (la reserva Bremen y la zona encañonada de los ríos Cestillal y Barbas); conservación y restauración ecológica de los relictos de bosque y de vegetación nativa que están inmersos en la matriz productiva (fragmentos de bosque en laderas y cañadas en las áreas productivas); restauración ecológica para ampliar y conectar los relictos de bosques y humedales existentes (en las áreas productivas); mejoramiento del uso que se hace sobre el capital natural en los sistemas productivos; cambio de prácticas productivas por sistemas eficientes y sostenibles; y recuperación y rehabilitación de estructuras y servicios ecosistémicos en las áreas productivas que se han degradado, dañado o destruido.

En Colombia y en el mundo aumentan las áreas dañadas, degradadas o destruidas, pero también incrementa la motivación por iniciar procesos de restauración ecológica (Ruíz-

Jaén y Aide, 2005a; Aronson *et al.*, 2010; Butchart *et al.*, 2010; Thorpe y Stanley, 2011; Wortley *et al.*, 2013; y Murcia y Guariguata, 2014). Las instituciones del Sistema Nacional Ambiental avanzan hacia un compromiso con la restauración ecológica (Murcia y Guariguata *et al.*, 2014 y Murcia *et al.*, 2015), como muestra de ello, el país es uno de los pocos del continente con un Plan Nacional de Restauración (PNR) (MADS, 2015) con conceptos, teorías, lineamientos, cartografía escala país donde muestra las prioridades de restauración, y una serie de guías técnicas por ecosistema para facilitar el abordaje en distintas situaciones. El PNR deja la oportunidad para que las autoridades ambientales territoriales ajusten a su escala de acción el PNR, y también indica la necesidad de incluir las acciones de restauración en el ordenamiento territorial y en la planeación institucional (MADS, 2015). Este documento contempla todos los lineamientos, recomendaciones y abordajes que propone el PNR.

También, en los dos últimos gobiernos, se han incluido metas cuantitativas de restauración dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND), 90.000 y 210.000 ha. Respectivamente, y se deja la restauración ecológica como alternativa explícita de compensación ambiental a megaproyectos licenciados en el Manual de Asignación de Compensaciones.

Colombia ha ratificado internacionalmente varios compromisos como el fijado para el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), y su meta de restaurar para el 2020 al menos el 15 % de los ecosistemas degradados en el mundo; así mismo, se ha comprometido a restaurar 1.000.000 ha para el Reto de Bonn.

En Colombia existen más de 600 libros sobre restauración ecológica, se han establecido prioridades de restauración a escala país (Figura 11), y existen múltiples iniciativas de las autoridades ambientales y de los sectores en el establecimiento de procesos basados en parámetros claros que conduzcan al éxito de la restauración, como es el caso de la CRQ, Carder, y el Grupo Energía Bogotá con la presente guía de restauración ecológica.

En síntesis, estamos en un momento en el cual la temática de restauración ecológica tiene un rol determinante en el escenario de la conservación, tanto nacional, como global. En Colombia la restauración ecológica es una herramienta para la gestión del territorio que está tomando interés a nivel político y social, sin embargo, para el país y para el DCS Barbas-Bremen no es un tema nuevo y es necesario revisar las lecciones aprendidas, de tal forma que nos permitan entender algunos de los retos sobre el tema; en ese sentido, algunas lecciones aprendidas pueden ser:

- Conservar antes que restaurar
- Abordar la restauración a escala del paisaje

- Formular y planificar programas y proyectos de restauración en la escala temporal y espacial adecuada
- Diseñar las medidas con base en el diagnóstico de restauración
- Definir y evaluar el éxito del proceso de restauración
- Incluir verdaderamente a la comunidad
- Fortalecer la infraestructura y la capacidad existente
- Fortalecer redes y grupos de trabajos desde lo local a lo nacional
- Fortalecer las políticas actuales y el marco normativo y sancionatorio
- Es necesario que el Plan Nacional de Restauración se haga vinculante mediante un acto administrativo; así mismo, es necesario que las autoridades ambientales y los restauradores ajusten el PNR y su priorización a escala regional y local.
- Entender que la restauración ecológica no es un gasto de recursos económicos, sino, más bien, una inversión para incrementar el capital natural.

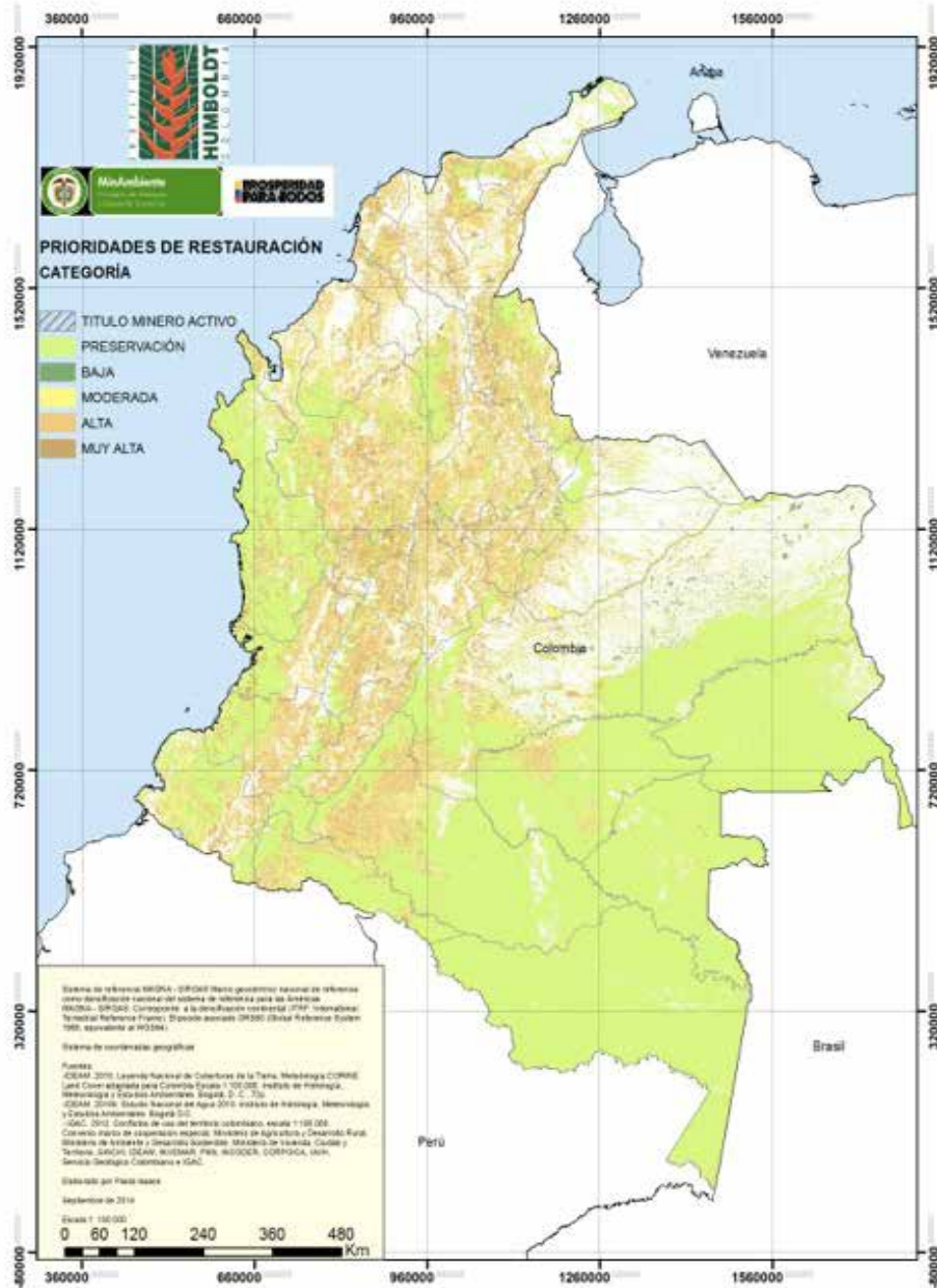


Figura 11. Mapa Nacional de Prioridades de Restauración a escala 1:100.000

Tomado de: MADS (2015)

En el mapa se muestran las zonas con prioridades altas, medias y bajas de restauración, y las áreas que deberían enfocarse a escenarios de preservación.

Por qué y para qué restaurar

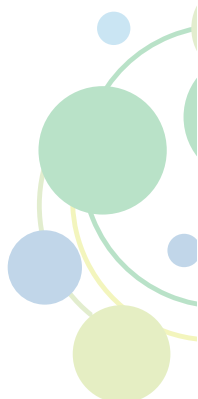
Desde el punto de vista biofísico, la restauración ecológica es necesaria, pues la alteración extensiva de los ecosistemas del DCS Barbas-Bremen acarrea la pérdida y desmejoramiento de la productividad, la integridad ecológica, y la funcionalidad del área protegida y de su vocación paisajística. Lo anterior implica la disminución en la cantidad y calidad de los procesos biogeoquímicos, el cambio en las condiciones microclimáticas, la pérdida total o parcial del suelo y del banco de semillas, la disminución del reclutamiento de plantas nativas, el detrimento de la diversidad de especies y del tamaño de las poblaciones, así como de los bienes y servicios ecosistémicos como la provisión de agua y la belleza escénica del paisaje rural cafetero.

La degradación en el Distrito suele manifestarse a través de la erosión, que en las pasturas y vías suele mostrarse como erosión laminar, por regueros, “pata de vaca” y, en algunos casos, en cárcavas; así mismo, se manifiesta en el aumento en las reacciones anaeróbicas en húmedas, cuerpos de agua, y sistemas productivos, también en la contaminación ambiental del suelo, el aire y el agua, en la acidificación, la lixiviación, la eutrofización, el agotamiento de la fertilidad, la disminución de la biomasa, del carbono orgánico, del oxígeno, la pérdida de diversidad, entre otros.

Hoy en día la principal causa de degradación ecosistémica son las actividades productivas y socioculturales del hombre, por ejemplo, las pasturas para uso ganadero, los cultivos de aguacate, la presencia de vías en el distrito, o el turismo no regulado; actividades que se caracterizan por tener una importante demanda de recursos naturales y hacer un uso inadecuado de los mismos.

Respecto al desarrollo de proyectos de transmisión eléctrica, si bien estos generan un aprovechamiento puntual de recursos naturales en el marco de la legislación ambiental y el manejo de los impactos ambientales ocasionados, la afectación paisajística sigue siendo una de las afectaciones mayormente percibidas por la comunidad.

Desde la perspectiva social, la restauración ecológica es importante, ya que además de ofrecer soluciones a los problemas de degradación de los sistemas productivos, le permite a la comunidad participante utilizar los elementos propios de la restauración ecológica para desarrollar, desde sí mismos, un sentido de pertenencia y de corresponsabilidad frente al entorno.



En ese sentido, la restauración ecológica busca restablecer la relación del hombre con la naturaleza, reconociendo, además, que dicha ruptura y daño en esa relación ha desencadenado la crisis socioambiental actual. La restauración ecológica puede permitirle a la persona y a la comunidad restaurar sus vidas, llevándolos a una comprensión permanente de que su destino y calidad de vida están directamente ligados al estado de su entorno, que dicho entorno es parte de sí mismos, que la naturaleza no es un elemento externo a su ser, sino que su ser mismo es naturaleza, y que existe una dependencia humana absoluta hacia la naturaleza para su sobrevivencia, por lo cual las acciones deben ser consecuentes con esto. La restauración ecológica para la humanidad también es un momento de reflexión y discernimiento histórico que le permite a la comunidad tomar responsabilidad y desarrollar acciones para que construyan el ambiente del futuro.

Una forma de manifestación clara de los beneficios de la restauración ecológica, en las dimensiones ambiental y social, es en la recomposición de los servicios ecosistémicos degradados. El abordaje de esta problemática se da desde la invitación social y administrativa para manejar y conservar los recursos naturales de su territorio, o el capital natural. Este llamado se hace para que el gobierno y la comunidad administren, ahorren e inviertan en el capital natural, por ejemplo, en el DCS Barbas-Bremen se ahorra evitando la degradación de los humedales, bosques y suelos que actualmente están conservados. Así mismo, en otras zonas ya desgastadas y sobreexplotadas por el uso se deben invertir recursos humanos y económicos a través de la restauración de fragmentos de bosque en medio de la matriz productiva, para incrementar de esta manera la reserva local de capital natural (agua, biodiversidad, etc.) para las comunidades actuales y futuras.

En conclusión, y desde una perspectiva integradora de la economía, la ciencia, la política y las necesidades humanas de preservar y manejar los recursos naturales (capital natural) remanentes, la restauración ecológica es importante debido a que se configura como una alternativa de manejo concreta para recuperar el capital natural gastado, y recircularlo en la cadena de bienes y servicios deseados por la sociedad. De esta manera, se podrían promover en el territorio el bienestar humano y la preservación de la biodiversidad a largo plazo (Cairns, 1993; Janzen, 2002; Milton *et al.*, 2005; Clewell y Aronson, 2006, 2007; y Aronson *et al.*, 2006, 2007).

Qué es restauración ecológica

La restauración ecológica es el conjunto de acciones intencionadas y ordenadas en fases sucesivas que se emplean para atender, cooperar y coadyuvar a que un paisaje, ecosistema, finca o área degradada, dañada o destruida se restablezca funcional y estructuralmente hasta un estado deseable y posible a nivel social y ecológico (National Research Council, 1992,



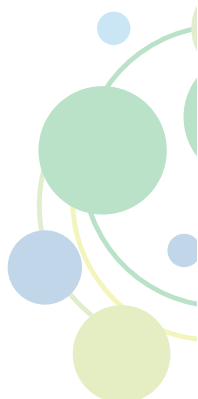
2004; SER, 2004). Con la restauración ecológica se busca que en un territorio se repongan los servicios ecosistémicos perdidos a partir de: reconocimiento sistémico de los problemas; control de los motores de degradación ambiental (disturbios); y gestión de la dinámica natural (sucesión-disturbios) del sistema ecológico hacia un estado objetivo.

La restauración ecológica se fundamenta en la ecología de la restauración, que corresponde al campo científico que investiga las áreas en cualquier nivel de transformación y los pasos que sigue para su restablecimiento estructural, funcional y composicional. Para su desarrollo se utilizan los métodos de abordaje, análisis, reflexión, teorías, y herramientas de la ecología y biología básica (Bradshaw, 1993; Cairns, 1993; Clewell, 1993; Hobbs y Harris, 2001; van Diggelen, 2001; y SER, 2004). A partir de lo anterior, la ecología de la restauración desarrolla investigación para proveer nuevas teorías, modelos, herramientas y acciones de restauración que permitan comprender y hacer frente al daño en la biodiversidad actual (Aguilar y Ramírez, 2015 y Aguilar *et al.*, 2016).

De acuerdo con el desarrollo técnico y científico, la restauración ecológica plantea que es factible la recomposición de ciertas áreas, gestionando los procesos naturales y antrópicos con mayor incidencia actual en el ecosistema, como la sucesión ecológica, los disturbios, los factores tensionantes, limitantes, y las potencialidades. Para lo anterior, se han establecido unas fases básicas esenciales con el fin de desarrollar el proceso de restauración ecológica (Figura 12), y se han utilizado diversas acciones de restauración que provienen de distintas fuentes del conocimiento formal, informal, o tradicional: ingeniería, agricultura, silvicultura, entre otros.

Teniendo en cuenta las razones por las cuales se necesita hacer restauración ecológica y que, como se ha dicho, esta debe satisfacer ciertas necesidades y posibilidades sociales y ecológicas, es posible diferenciar tres grandes tipos de restauración ecológica o tres niveles de la restauración ecológica, los cuales difieren entre sí por sus objetivos, el estado final deseable del sistema ecológico, y el nivel de dependencia en mantenimiento que requieren las actuaciones de restauración implementadas y el área intervenida (Aguilar Garavito y Ramírez, 2016).

Restauración ecológica propiamente dicha (*ecological restoration*): se establece en áreas naturales, seminaturales, o en lugares más transformados pero que, a mediano plazo, se espera que vuelvan a ser áreas naturales. Aquí se busca restablecer el ecosistema afectado hasta una trayectoria similar de composición, estructura y funcionamiento, a la que tenía ese lugar antes de que ocurrieran los disturbios (MADS, 2015). Para este tipo de restauración es fundamental que el ecosistema diana se pueda mantener por sí solo, que mantenga la biodiversidad de la trayectoria histórica del sistema, y sus bienes y servicios (SER, 2014). De



esta manera, se compensa por completo y se revierten los daños causados por las actividades humanas.

Rehabilitación ecológica (*rehabilitation*): Se establece en áreas seminaturales y áreas de uso, buscando llevar al sistema degradado, o parte de este, a un sistema más o menos similar, o no, a la trayectoria del sistema predisturbio (SER, 2004). Para este tipo de restauración es importante que el sistema resultante sea capaz de mantenerse por sí solo, que pueda preservar algunas especies clave para el paisaje, y que preste algunos servicios priorizados por la comunidad. En ese sentido, contempla recomponer las áreas que se pueden usar en producción agropecuaria sin conflicto ambiental, mientras se mejoran algunas condiciones de preservación de la biodiversidad en lugares con vocación de conservación (Aronson *et al.*, 2007).

Recuperación ecológica (*reclamation*): se hace en aquellas áreas productivas donde se puede recuperar la productividad y, al mismo tiempo, proporcionar bienes y servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente este tipo de restauración es aplicable a espacios naturales y seminaturales relictuales dentro de áreas productivas, urbanas o suburbanas. Esta pretende trabajar de la mano con la economía, la ingeniería ambiental, el paisajismo, la bioingeniería, la agricultura, entre otros campos del conocimiento, para recomponer algunos de los sistemas naturales y rehabilitar las áreas productivas que se requieran. En este nivel de restauración no es importante que el ecosistema restaurado se parezca al sistema predisturbio, tampoco, por lo general que sea un sistema autosostemible o que no requiera gestión humana (MADS, 2015), sino que se detenga la degradación ambiental, se mejore la calidad de vida de las comunidades, y se prevenga el daño en otros ecosistemas.

En síntesis, la restauración ecológica es un proceso de asistencia humana hacia los sistemas disturbados, para ayudar a arreglarlos estructural y funcionalmente hasta un nivel con interés social y posible ecológicamente, el cual se logra a lo largo del tiempo, siguiendo o repitiendo los patrones espacio-temporales que siguió la naturaleza en el proceso constructor original, pero de manera intencional, inducida y acelerada a la temporalidad del hombre.

Cómo hacer restauración ecológica

Para abordar la restauración ecológica lo primero que se debe hacer es establecer el porqué y para qué se debe restablecer la composición, la estructura o función de un área transformada, es decir, se debe trazar de manera clara el objetivo social y ecológico de la restauración, dejando explícita la trayectoria, el tiempo y el estado deseado del sistema a intervenir.

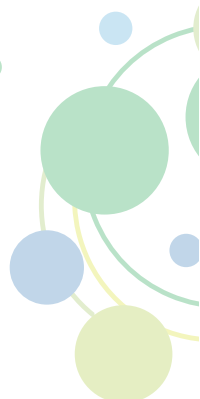


Lo segundo que se requiere es entender que la restauración es un proceso, esto quiere decir que es un conjunto de acciones planificadas a lo largo del tiempo para alcanzar un objetivo, y que por esto está en continuo movimiento, implementación, o desarrollo. Por lo anterior, es importante saber que ninguna experiencia de restauración ecológica es igual a otra, es decir, cada una tiene un conjunto excepcional de características y de cada una se aprende algo diferente; así mismo, cada proceso está vinculado directamente a los grupos sociales cercanos o que viven en los espacios a restaurar con sus propias dinámicas, imaginarios, y comprensión del espacio.

Existen dos tipos de abordaje de la restauración ecológica para el DCS Barbas-Bremen: según la escala de organización de la biodiversidad y según el tipo de área disturbada. Sin embargo, existen otros tipos de abordaje posible, pero a pesar de las distintas formas para plantear y tratar la restauración ecológica, en todos los casos se deben trabajar estos cuatro aspectos o componentes básicos de la restauración: el componente dinámico, el componente histórico, el componente territorial, y el componente social (Aguilar Garavito y Ramírez, 2016).

Tratar el **componente dinámico** de la restauración confiere entender la forma como han ocurrido la sucesión y los disturbios; por su parte, desde el **componente histórico** se reconocen los factores y procesos que contribuyeron a la formación del paisaje actual del área disturbada. De la misma manera, el **componente territorial** aporta el reconocimiento de las particularidades del territorio, como la organización sistémica de la biodiversidad, y las escalas y los gradientes de recursos disponibles. Este componente otorga entendimiento para que la restauración ecológica a escala paisaje intervenga en los disturbios regionales a partir de las unidades de cobertura de la tierra, la ecología de propagación de los organismos en el territorio, y la incidencia de las coberturas circundantes, entre otros. Por otra parte, en una escala más detallada, permite identificar y establecer las acciones de restauración más eficientes para restablecer tamaños poblacionales de especies clave; generar nueva cobertura vegetal que ofrezca condiciones de hábitat y estructura para recuperar biodiversidad y funcionalidad ecológica en las áreas productivas; detener la invasión de especies exóticas; y controlar procesos erosivos o de remoción en masa.

Finalmente, el **componente social** integra a la población local y los usos de la biodiversidad para generar un tejido socioeconómico que permita cambios en la relación hombre-ecosistema. Esto promueve un importante cambio social que va desde una cultura de degradación y destrucción, hacia una cultura de planeación, preservación, y restauración ecológica. Este componente también permite relacionar la degradación de la biodiversidad con la degradación socioeconómica y cultural de la población, por lo tanto, la restauración ecológica invita a ligarse al quehacer diario de los actores locales, sean dueños de predios, la administración municipal, o la autoridad ambiental.



Abordaje de la restauración ecológica desde la escala de organización

Este tipo de abordaje principalmente se recomienda para planear, priorizar, caracterizar, y seleccionar, tanto las áreas de restauración, como los sistemas de referencia y las acciones de restauración. Cuando se pretende implementar la restauración ecológica se debe conocer y planificar el proceso desde los niveles de organización (especie, población, comunidad, ecosistema, paisaje, y bioma), y la escala espaciotemporal adecuada. En ese sentido, el tipo de abordaje también permite una aproximación diferencial de los tomadores de decisión. Mientras en escala paisaje la injerencia principal está en las autoridades administrativas y ambientales, a nivel de ecosistemas principalmente en dueños de predio o definiendo un sistema particular como los humedales o bosques subandinos; en ese sentido, también se requiere intervenir un territorio de tamaño mediano (escala hasta 1:10.000). Por ejemplo, para restaurar un ecosistema acuático se debe intervenir toda su microcuenca aferente, y esto involucra varios tramos del río o quebrada, afluente, nacimiento, o humedal.

Para el caso de sistemas terrestres se puede pensar en dos estados alternativos extremos, y el gradiente que puede haber entre ellos: el primero puede ser de tipo natural y el segundo de tipo productivo. En el primer caso se busca restablecer el sistema natural predisturbio en las áreas mejor conservadas, y en el segundo caso se busca rehabilitar o recuperar las funciones productivas de manera sostenible. La restauración a escala de especies, poblaciones, y comunidades se hace en todos, o, al menos, en los ecosistemas o elementos del paisaje priorizados. En ese sentido, se busca que en las fincas, sistemas productivos, relictos de bosque, etc., existan y persistan los elementos característicos de estos niveles de la biodiversidad. Este enfoque también permite conocer las relaciones autoecológicas y sinecológicas del sistema para aprovecharlas y potenciarlas durante la restauración.

Abordaje de la restauración desde la tipología de áreas disturbadas

Este tipo de abordaje facilita la planeación, proyección, y desarrollo de todo el proceso de restauración ecológica. Desde este es factible identificar, caracterizar, y entender el funcionamiento ecológico de las áreas disturbadas, así como el tipo y las causas del o los disturbios que la afectan o que la han venido afectando históricamente (Temperton *et al.*, 2004). Así, se tiene que saber que un disturbio es un evento discreto, no planeado, de origen natural o antrópico que afecta negativamente la composición, estructura, y funcionamiento de los ecosistemas (Money y Godron, 1983; Bender, 1984; Pickett y White, 1985; Grime, 1989; Beeby, 1993; Brown y Lugo, 1994; Turner *et al.*, 1998; Rapport y Whitford, 1999; y Whithe y Jentsch, 2001). Luego de que ocurren los disturbios, generan en el sistema afectado una dinámica donde se presentan fluctuaciones, claros, parches, y procesos sucesionales que,



en la mayoría de ocasiones, son impredecibles y sus consecuencias se perciben a lo largo del espacio y el tiempo, y su severidad dependerá del tipo, de la magnitud, y de la frecuencia del disturbio.

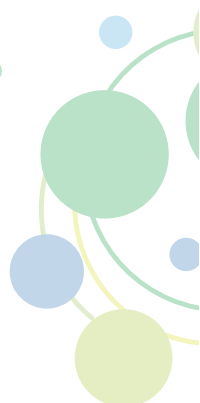
En el DCS Bremen-Barbas se han identificado tipologías de disturbio relacionadas con el uso agropecuario, deforestación, contaminación, especies invasoras, plantaciones forestales, industria extractiva, expansión urbana, y obras civiles (vías, tendido eléctrico y de telecomunicaciones). Cada uno de los anteriores disturbios afecta de manera diferencial el paisaje, los ecosistemas, las poblaciones y comunidades de flora y fauna, así como el clima y las comunidades sociales que viven en inmediaciones de las áreas afectadas.

En el Distrito el paisaje, los ecosistemas, las comunidades y poblaciones presentan, en distintos niveles, factores de degradación a los que llamamos factores tensionantes y factores limitantes. Cuando dichos factores rompen o dañan la composición, la estructura, o la función de un ecosistema, se convierten en disturbios. De acuerdo con Brown y Lugo (1994) y Barrera y Valdés (2007):

[...] los factores tensionantes son los estímulos o fenómenos externos que pueden dañar, o no, los sistemas naturales [...] mientras que los factores limitantes son todas las condiciones propias de los sistemas que impiden su normal desarrollo o que lo mantienen en el estado actual de transformación.

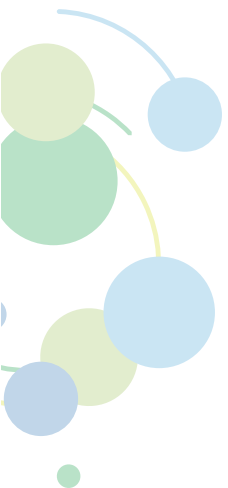
Los disturbios se clasifican, según su origen, en naturales o antrópicos, y cada tipo de disturbio da origen a un tipo de área disturbada. Los disturbios, sean naturales o antrópicos, se clasifican según el tamaño: grandes disturbios (mayores de 10 hectáreas); medianos (1 a 10 hectáreas); y pequeños (menores de una hectárea). También se clasifican, según su intensidad o daño que ocasionan a los ecosistemas, como graves o severos, medianos y leves (Barrera y Valdés, 2007). Los sistemas tensionados son aquellos que no pueden desarrollarse normalmente debido a que están sometidos de forma permanente a estímulos externos, retardando o dañando su proceso de desarrollo.

Tras un disturbio se pueden evidenciar diferentes consecuencias como la aparición de un claro; pérdida total o parcial del suelo; cambios en las condiciones microclimáticas (luz, temperatura, humedad, y precipitación); pérdida total o parcial del banco de semillas; disminución del reclutamiento de plántulas; pérdida o disminución en la riqueza de las especies; y disminución del tamaño de las poblaciones.



El proceso y el documento de restauración

Un proceso de restauración ecológica implica el desarrollo de cuatro fases básicas (Aguilar Garavito *et al.*, 2016): caracterización diagnóstica; diseño e implementación de las prácticas de restauración; diseño e implementación del programa de evaluación y seguimiento; e inclusión de los actores sociales. Estas etapas son generales y aplicables a cualquier tipo de ecosistema, escala, o tipo de disturbio. A continuación se describen cada una de ellas. En la Figura 12 proponemos un esquema básico de las fases de un proceso de restauración, es una guía general que deberá ajustarse dependiendo del contexto del proyecto. Es recomendable que las dos últimas fases sean transversales a todo el proceso, pues son esenciales para garantizar el éxito del mismo.



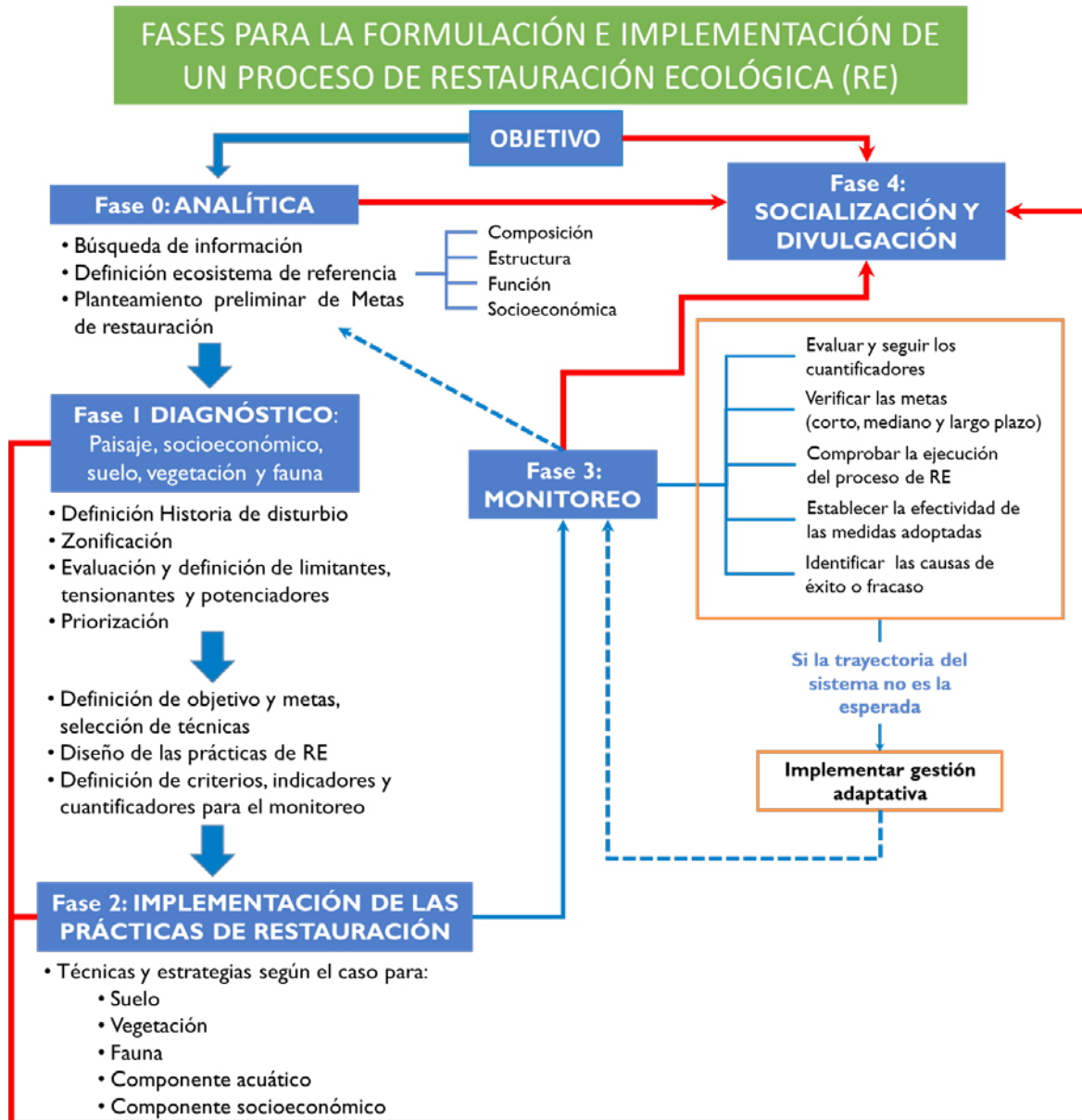


Figura 12. Fases para la formulación e implementación de un proceso de restauración ecológica

Tomado de: Aguilar Garavito *et al.*, 2016 [modificado]

Las flechas y líneas azules indican la dirección entre fases. Las líneas azules punteadas indican que el proceso requiere regresar a la fase anterior para verificar o ajustar el proceso de restauración ecológica. Las flechas y líneas rojas indican el vínculo de cada momento del proceso de restauración con la fase 4: socialización y divulgación.

Fase 1. Caracterización diagnóstica: la caracterización diagnóstica es la fase donde se valora el sistema o área que ha sido degradada, dañada, o destruida (Xiao-Jun *et al.*, 2003; SER, 2004; Duarte *et al.*, 2010; Barrera Cataño *et al.*, 2010; y Aguilar Garavito y Ramírez 2014, 2015b), con el propósito de definir el estado actual, la historia del disturbio, las causas o factores de la degradación, los agentes tensionantes y limitantes, los agentes potenciadores de la restauración, los objetivos y metas de restauración, para caracterizar el ecosistema de referencia y definir inicialmente si el sistema debe, o no, ser restaurado, si basta con la neutralización de los agentes tensionantes y limitantes para que en el área ocurra un proceso de sucesión espontánea o si, por el contrario, es necesario implementar medidas para ayudar al restablecimiento del ecosistema.

Esta decisión generalmente puede estar mediada por los siguientes aspectos: importancia del sitio o sistema en términos de bienes y servicios ecosistémicos; representatividad ecosistémica; amenazas generadas a los ecosistemas vecinos; ausencia parcial o total de elementos para el auto restablecimiento; importancia o amenaza socioeconómica; relación costo y beneficio; y responsabilidad y obligatoriedad legal de quien ha degradado el ecosistema.

Esta fase del proceso de restauración busca dar un fundamento sólido sobre el conocimiento del área degradada, del (los) ecosistema(s), y de los múltiples estados sucesiones de referencia. Durante esta fase se deben definir de la manera más completa posible los siguientes aspectos: zonificación ecológica, identificación, caracterización y priorización de las áreas degradadas, identificación y caracterización de ecosistemas potenciales, análisis de factores limitantes y tensionantes, y el establecimiento de los objetivos de restauración teniendo en cuenta los estados deseables, tanto ambiental, como socialmente (Aguilar Garavito *et al.*, 2016).

Lo anterior permite organizar la restauración, identificar los componentes del ecosistema mayormente degradados, conocer la percepción social e identificar las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas del área objeto de la restauración, así como las posibles alternativas de técnicas y estrategias que conduzcan al ecosistema al estado deseable. También es el punto de partida para la fase de evaluación y seguimiento del proceso de restauración. En muchos casos se pueden aplicar los métodos y variables del diagnóstico en dicha fase final.

El diagnóstico del problema de restauración es quizás la fase más importante del proceso de restauración, pues a partir de esta fase se determina el gran objetivo de restauración (i.e. restauración, rehabilitación, recuperación); las soluciones y medidas de restauración, las posibilidades de acierto con ellas; los tiempos; los lugares; y los recursos que se requieren.



En el Anexo 1 se presentan algunos formatos de utilidad para la caracterización diagnóstica, y en los capítulos 4, 5 y 6 se trabajan en detalle aspectos de esta fase para el DCS Barbas-Bremen.

Fase 2. Implementación de las prácticas de restauración: como fase final del diagnóstico se procede a realizar la priorización de las áreas alteradas y degradadas, para luego definir las metas y objetivos de restauración, así como los tratamientos específicos para cada área priorizada. Los tratamientos de restauración, por lo general, están compuestos por un conjunto de técnicas y estrategias que suelen aplicarse para cada compartimento del ecosistema y para el componente socioeconómico (Aguilar Garavito, 2014; y Barrera Cataño *et al.*, 2015). Existe una amplia gama de técnicas para los diferentes compartimentos (Barrera Cataño *et al.*, 2010), la implementación de estas dependerá del tipo de ecosistema, el estado de degradación, el objetivo de restauración, y el contexto social del área; sin embargo, se pueden definir algunas necesidades generales para cada compartimento (Figura 13). En los capítulos 7 y 8 se abordan detalladamente aspectos de esta fase para el DCS Barbas-Bremen.



Figura 13. Consideraciones generales en la implementación de técnicas de restauración ecológica para cada compartimento del ecosistema y para el componente socioeconómico

Tomado de: Aguilar *et al.*, 2016 [modificado]

Fase 3. El monitoreo: una herramienta integradora de la restauración ecológica: el programa de monitoreo hace referencia al proceso de evaluación del alcance de metas, mediante la recolección y análisis de los cambios que se presentan en un ecosistema luego de implementar una estrategia de restauración (SER, 2004; Herrick *et al.*, 2006; y Ramírez, 2014), y se realiza valorando la información obtenida en mediciones a lo largo del tiempo,

respecto a ciertos criterios e indicadores sociales o de la biodiversidad (Ramírez *et al.*, 2015a, 2015b). En esta fase se busca comprobar el cumplimiento de los objetivos de restablecimiento del ecosistema previamente definidos (Figura 2) (Barrera Cataño *et al.*, 2010), se identifican los progresos alcanzados, y se establecen valores umbrales intermedios de éxito. Dichas metas, objetivos, y umbrales se establecen de acuerdo con los modelos ecológicos y sociales teóricos (criterios), los ecosistemas de referencia identificados en el diagnóstico, y los valores ecológicos a recuperar socialmente deseados (Aguilar Garavito y Ramírez, 2015b).

La ejecución del programa de monitoreo es una herramienta integradora del proyecto de restauración que permite llevarlo a buen término mediante la generación de un marco para la toma de decisiones (Figura 14). En el Anexo 2 se presentan listados de criterios e indicadores de restauración aplicados a paisaje, suelo, flora, fauna, y comunidades sociales. En el capítulo 9 se hace una aproximación pormenorizada con relación a esta fase, específicamente para el DCS Barbas-Bremen.

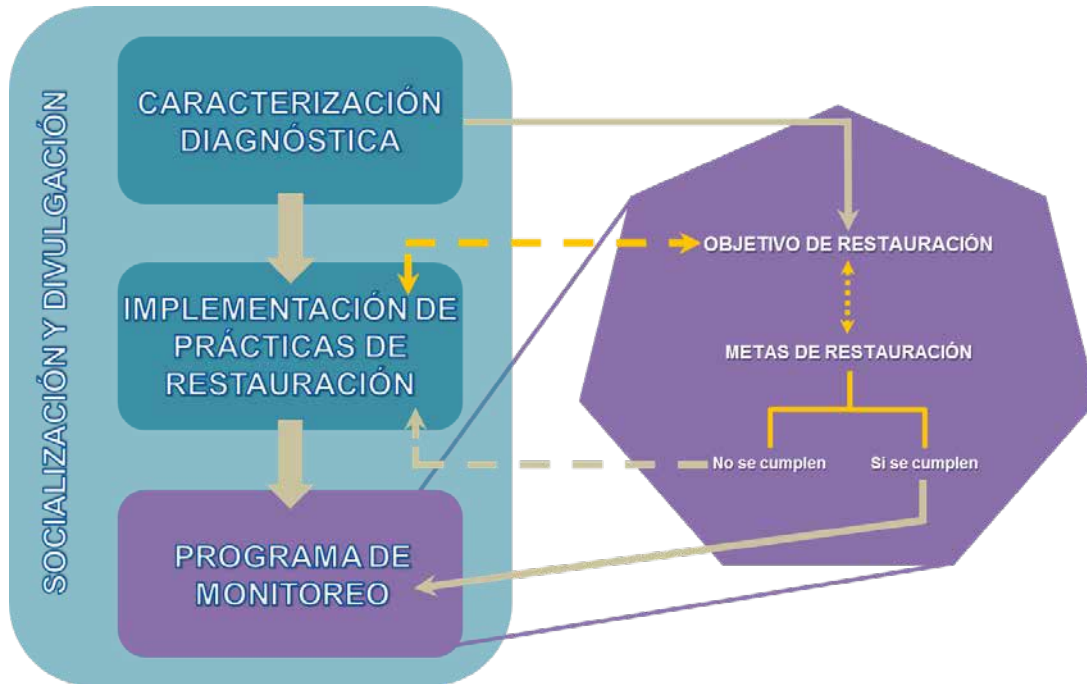


Figura 14. Esquema que relaciona los objetivos y metas del proyecto de restauración con las diferentes fases del proceso

Tomado de: Aguilar *et al.*, 2016 [modificado]

La evaluación que se realiza del cumplimiento de las metas permite tomar las decisiones para alcanzar el éxito del proceso. Las flechas grises señalan la dirección del proceso, las amarillas punteadas indican una relación recíproca entre elementos, y la flecha gris punteada representa el retorno del proceso a la fase anterior.

El documento de restauración ecológica: estructura y contenidos

Los documentos del proceso de restauración ecológica son instrumentos indispensables para llevar a la práctica las actividades que soportan y conducen el desarrollo del mismo. Un buen documento de restauración debe permitir que el coordinador del proceso de restauración y todo el equipo identifique las situaciones críticas, el punto de partida, las situaciones ideales, tendenciales o de concertación, tener claros los vacíos conceptuales y los supuestos, así como todas las tareas, sus procesos, tiempos, y recursos requeridos. Así mismo, contar con un documento que integre todos los aspectos del proceso de restauración permite establecer a tiempo las contingencias, ahorrando tiempo y recursos; también permite coordinar todos los enfoques de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, y la experiencia hacia el objetivo de

la restauración ecológica y, adicionalmente, facilita a los interventores, a todo el equipo de trabajo, o a equipos futuros que se integren al proceso, conocer en detalle cómo funcionaba el ecosistema, el porqué de ese funcionamiento, cómo debería funcionar, cuál es estado deseado, qué se ha hecho para alcanzar dicha situación, y por qué se ha desarrollado de cierta manera particular (Aguilar Garavito y Ramírez, 2015b).

A continuación, se propone la documentación mínima que debe contener un proceso de restauración ecológica:

1. Memoria: es un documento síntesis de todo el proceso donde se presentan las fases del mismo y se justifican y describen los requerimientos del proceso y las soluciones adoptadas. Este documento direcciona al lector a los documentos específicos o estudios de caso para el proceso de restauración.

2. Documentos complementarios de la memoria técnica: son un conjunto de documentos y estudios en los que se detallan, especifican y se justifican los aspectos sintetizados en la memoria técnica, y se incluyen de manera detallada los estudios de diagnóstico y el plan de evaluación y seguimiento.

3. Planos: son un conjunto de documentos gráficos de las acciones de restauración proyectadas (mapas y planos de obras), en ellos las medidas de restauración quedan completamente detalladas y definidas, desde los aspectos más generales (mapas base y temáticos y planos de conjunto), hasta los detalles (mapas detallados y planos de obras).

4. Detalles técnicos: en este documento se establecen todas las condiciones bajo las cuales debe ejecutarse el proceso de restauración; regula la totalidad de las acciones entre los actores implicados en el diseño, implementación, evaluación, y seguimiento. Debe tratar prescripciones técnicas, científicas, facultativas, socioeconómicas, y legales

5. Cronograma y presupuesto: es el documento donde se detalla y se justifican los tiempos y el coste del proceso de restauración, a partir de mediciones, rendimientos, precios unitarios de materiales, costo del personal, y maquinaria

6. Plan de acción o plan de obra: aquí se organizan y priorizan los lugares y las medidas de restauración; así mismo, se describe el programa para el desarrollo de los trabajos teniendo en cuenta la priorización de las áreas a restaurar, previendo el tiempo, y los costos. También se presenta la organización del equipo de trabajo y las actividades y el ciclo de trabajo (diario, semanal, mensual, etc.). Adicionalmente, se puede incluir en este documento un capítulo que trate de manera básica la seguridad y salud ocupacional de acuerdo con la

legislación vigente. Respecto al proceso de ejecución de la obra de restauración, en primera medida se debe describir el personal implicado en ella y las actividades a realizar por cada uno de ellos. Después, se tratan en detalle las metodologías para dirigir y ejecutar la obra. Este documento se apoya en diversas técnicas de programación y planificación, y se puede resumir en diagramas de barras que permitan seguir el avance de las obras. En el Anexo 3 se presentan en detalle los contenidos de cada uno de estos documentos.

Bibliografía recomendada sobre conceptos y abordaje de la restauración

Principios de SER International sobre la restauración ecológica <http://www.ser.org/docs/default-document-library/spanish.pdf>

Plan Nacional de Restauración de Ecosistemas http://www.minambiente.gov.co/documentos/5392_260410_plan_nal_restauracion_210510.pdf

Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/manual-para-la-restauracion-ecologica-de-los-ecosistemas-disturbados-del-distrito-capital>

Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque alto andino http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/datafile/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf

La restauración ecológica en la práctica http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado-busquedas.php?AA_SL_Session=8cf97c692b&x=5473

Revista Universitas Scientiarum. Vol. 12, edición especial II. Restauración de áreas degradadas por minería a cielo abierto http://www.erecolombia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=18

The Development and Application of Ecological Networks a Review of Proposals, Plans and Programmes http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PCCGDBM/File/APMC/Biodiversidad/Development&Application_Ecologica_Networks_UICN.pdf

Aproximación de ecosistema del *Millenium Ecosystem Assessment* <http://www.globalrestorationnetwork.org/restoration/ecosystem-approach/>

What Do We Mean When We Talk About Ecological Restoration? http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/z/restauracion/conceptos_perspec/dequehablamos.pdf

Restoration of wetlands in the Mississippi [http://courses.nres.uiuc.edu/nres456/mitsch %20 MOM.pdf](http://courses.nres.uiuc.edu/nres456/mitsch%20MOM.pdf)

Artículos sobre el concepto de restauración

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534709002018>

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/467/sanchez.html>

<http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/invasives/assignment1/hobbsandharris.pdf>

http://www.crrc.unh.edu/human_dimensions/reading_materials/higgs_cons_bio_1997_restoration_endpts.pdf

Manejo del fuego y restauración de bosques en la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, México http://148.202.114.23/derns/wp-content/files_flutter/12793004442006ManejodelFuego.pdf

Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity across Fragmented Landscapes <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0013666>

Resiliencia y restauración de los lagos

<http://www.ecologyandsociety.org/vol1/iss1/art2/>

Ecological Restoration and Global Climate Change

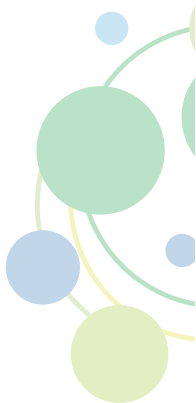
[http://nctc.fws.gov/EC/Resources/fwca/Climate %20Change/Ecological %20restoration %20 and %20CC.pdf](http://nctc.fws.gov/EC/Resources/fwca/Climate%20Change/Ecological%20restoration%20and%20CC.pdf)

Restoration Ecology: Interventionist Approaches for Restoring and Maintaining Ecosystem Function in the Face of Rapid Environmental Change

<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/hobbs2008.pdf>

Reforming Watershed Restoration: Science in Need of Application and Applications in Need of Science [http://link.springer.com/content/pdf/10.1007 %2Fs12237-008-9129-5.pdf](http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12237-008-9129-5.pdf)

Foundations of Restoration Ecology http://www.planta.cn/forum/files_planta/foundations_restoration_ecology_127.pdf



Comunicación para la restauración: perspectivas de los actores e intervenciones con y por medio de las personas <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/467/castillo.html>

Los pasos fundamentales en la restauración ecológica http://redcre.com/pdf/guia_metodologica_chizaca_c1.pdf

Principles and Guidelines for Ecological Restoration in Canada's Protected Natural Areas http://www.pc.gc.ca/docs/pc/guide/resteco/guide_e.pdf Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación <http://www.ibcperu.org/doc/isis/7413.pdf>

Otra bibliografía recomendada

Aguilar Garavito, M. y Ramírez, W. (ed.). 2015. *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

____ (2016a). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. *Biodiversidad en la Práctica*, 1(1), 147-176.

____ (2016b). La restauración ecológica desde el ordenamiento jurídico colombiano. En E. Ceccon y D. Pérez. *Más allá de la Ecología de la Restauración*. Buenos Aires: Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica; Vazquez Mazzini Editores.

Aguilar Garavito M., Ramírez, W. y Peña González, N. (ed.) (2015). *Programa para el fortalecimiento de capacidades regionales sobre restauración ecológica*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Apfelbaum, S. y Haney, A. (2010). *Restoring ecological health to your land*. Washington, D. C.: Island Press.

Barrea Cataño J. I., Rondón Camacho, D. y Garzón, N. (ed.). Restauración ecológica de áreas afectadas por minería a cielo abierto en Colombia. Bogotá, D. C.: Pontificia Universidad Javeriana.

Cabrera, M. y Ramírez, W. (ed.). *Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ceccon, E. y Pérez, D. (ed.). (2016). *Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe*. Buenos Aires: Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica.

Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. México, D. C.: UNAL.

Clewell, A. F. y Aronson, J. (2007). *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. Washington, D. C.: Island Press.

Hobbs, R. y Suding, K. (2009). *New models for ecosystem dynamics and restoration*. Washington, D. C.: Island Press.

IGAC (2012). *Conflictos de uso del territorio colombiano, escala 1:100.000*. Convenio marco de cooperación especial: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; SINCHI; Ideam; Invermar; PNN; Incoder; Corpoica; IAVH; Servicio Geológico Colombiano; e IGAC.

Morrison, M. L. (2009). *Restoring wildlife. Ecological concepts and practical applications [second edition]*. Society for Ecological Restoration International. Island Press.

Murcia, C. y Guariguata, M. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: estado actual, tendencias, necesidades y oportunidades*. Bogotá, D. C.: Centro para la Investigación Forestal (CIFOR).

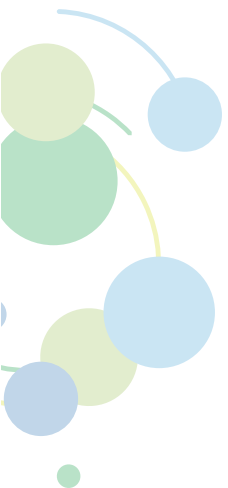
Ramírez, W., Murcia, C., Guariguata, M. R., Thomas, E., Aguilar Garavito, M. y Isaacs Cubides, P. (2016). Restauración ecológica: los retos para Colombia. En M. F. Gómez, L. A. Moreno, G. I. Andrade, y C. Rueda, (ed.). *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Salamanca, B. y Camargo, G. (2002). *Protocolo distrital de restauración ecológica*. Bogotá, D. C.: Fundación Estación Biológica Bachaqueros y DAMA.

Society for Ecological Restoration International Science y Policy Working Group (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Disponible en línea: <http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration>

Universitas Scientiarum (2007). Restauración ecológica de canteras. *Departamento de Biología* (Vol 12), edición especial II.

Vargas, O., Díaz, J., Reyes, S. y Gómez, P. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente, Universidad Nacional de Colombia, y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.



3. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LAS ÁREAS DISTURBADAS DEL DCS BARBAS-BREMEN

En restauración ecológica se cuenta con algunas herramientas de decisión: guías, portafolios, y protocolos. Son numerosos los ejemplos: el documento que propone herramientas de restauración de forma oficial a escala nacional es el Plan Nacional de Restauración (MADS, 2015), este, a su vez, se basa en publicaciones que proponen herramientas para la restauración por ecosistemas como las guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia (Vargas *et al.*, 2012), los lineamientos para la restauración de páramos en Colombia (Cabrera y Ramírez, 2014), el árbol de decisiones para afrontar estrategias de restauración en bosques secos tropicales (Vargas y Ramírez, 2014), y el árbol de decisión para la gestión de invasiones biológicas (Baptiste *et al.*, 2015).

Teniendo en cuenta la multiplicidad de situaciones de restauración y formas de abordaje, así como el alto número de documentos relacionados con restauración ecológica y la multiplicidad de actores con interés en desarrollar procesos de restauración, se proponen dos árboles de decisión, uno que guía todo el proceso de restauración (Figura 15), y otro específico con relación a la selección de técnica de restauración (capítulo 7). Estas herramientas acompañan y complementan este texto con el fin de ofrecer una guía para las autoridades ambientales, contratistas, propietarios, o cualquier persona que desee iniciar un proceso de restauración ecológica.

El objeto de este elemento gráfico es orientar al lector en las acciones de acuerdo con las respuestas del ejercicio que se está planteando. En esta sección proponemos un elemento de estructura gráfica sencilla basada en íconos y flechas, que sigue una ruta lógica del «no» o del «si», para llegar a ciertas acciones que pueden facilitar la toma de decisiones del lector frente a un escenario de restauración ecológica en el DCS Barbas-Bremen.

Propuesta de árbol de decisión (aspectos metodológicos)

En el árbol se presentan las decisiones o acciones que se deben tomar en un momento determinado durante el desarrollo del proceso de restauración. Siguiendo el árbol se pasará por las distintas secciones de este documento. Este árbol incluye ocho preguntas específicas que direccionan al desarrollo de 14 subprocesos concretos, los cuales tienen tres momentos de construcción con la comunidad y las autoridades ambientales. El árbol se desarrolla a partir de las preguntas y condiciones de decisión que en algunas partes se pueden interpretar como una clave dicotómica, y termina con el alcance del objetivo de restauración y su divulgación.

El Árbol 2 se presenta en esta sección, pero su lectura se hace en compañía del capítulo 7 «Acciones de restauración», y pretende guiar de manera específica la selección de alternativas sobre los abordajes, escalas de implementación, y el tipo de acciones de restauración específicas para cada tipo de área disturbada. En la parte superior del árbol se encuentran las áreas disturbadas ordenadas en su posición de geoforma, luego, dependiendo del tipo de objetivo (restauración, rehabilitación, y recuperación) y escala de abordaje, surgen seis grupos de estrategias y técnicas, cada una para controlar los factores de degradación descritos en las fichas de áreas disturbadas y para cada compartimento (flora, fauna, suelo, humedal, y socioeconómico). Las técnicas y estrategias se organizan en las acciones de restauración, las cuales se definen a partir del diagnóstico, y teniendo en cuenta el gradiente de integridad ecológica, resistencia, resiliencia o influencia humana, y degradación. En cada cuadro que agrupa las técnicas se presentan las mismas, de acuerdo con la prioridad de implementación, siendo más importante de izquierda a derecha y de arriba abajo. Luego, el tamaño del ícono representa la intensidad y la magnitud que debe tener la técnica con relación a su implementación. Las flechas muestran el orden lógico de intervención y la relación sinérgica que puede haber entre varios tipos de técnicas de restauración. Se recomienda analizar y resolver cada pregunta y orientación antes de dar paso a la siguiente, así como entender la acción de manejo y sus implicaciones.

El gráfico del Árbol de decisiones para el proceso de restauración en el DCS Barbas-Bremen, el árbol de decisiones n.º 2 sobre el abordaje y acciones, y la leyenda respectiva se presentan en los Anexos n.º 7, 8, y 9 respectivamente, como imagen de mayor resolución.



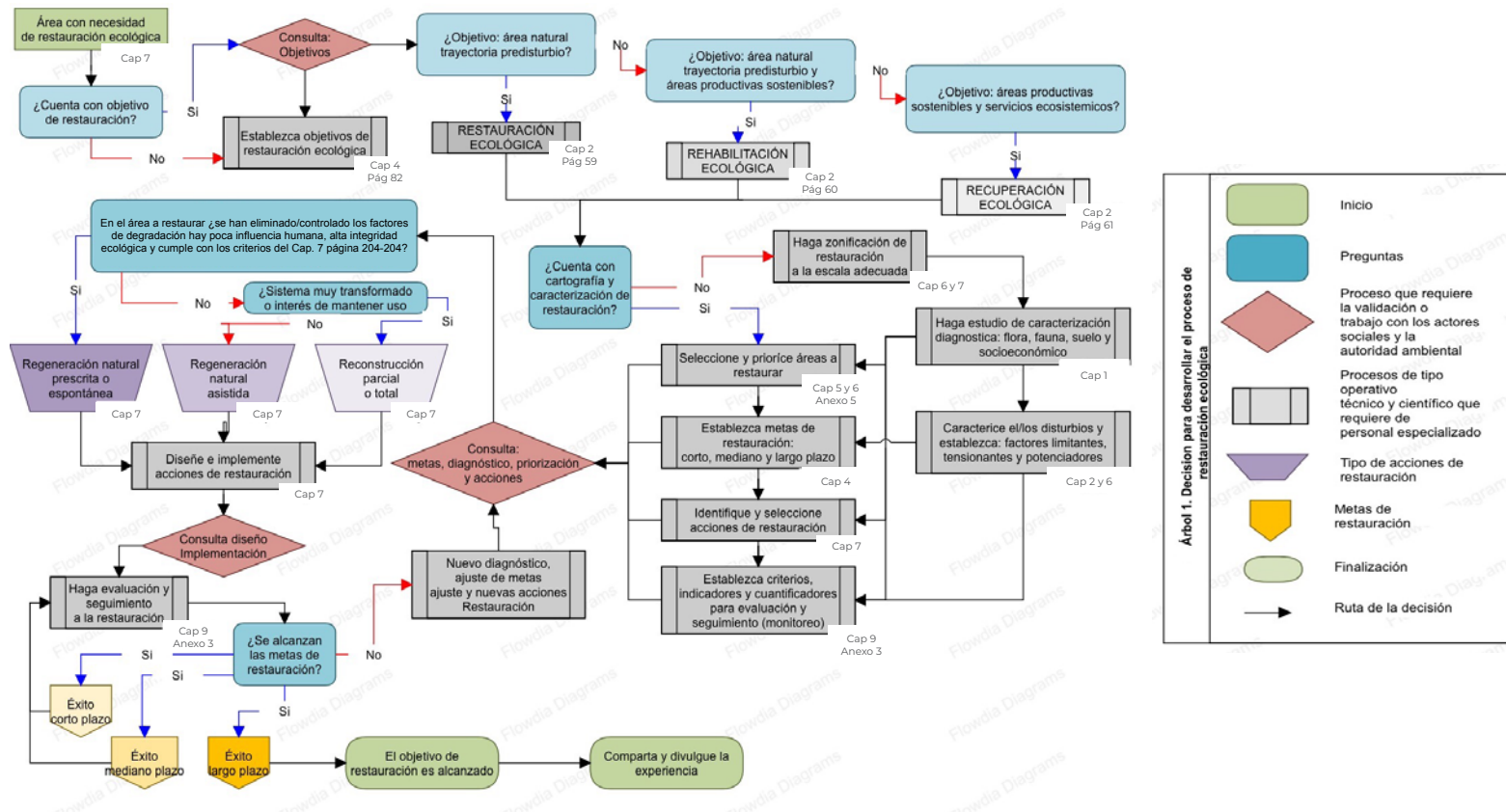


Figura 15. Árbol 1. Decisiones para desarrollar el proceso de restauración ecológica en el DCS Barbas-Bremen. Elaboración propia.

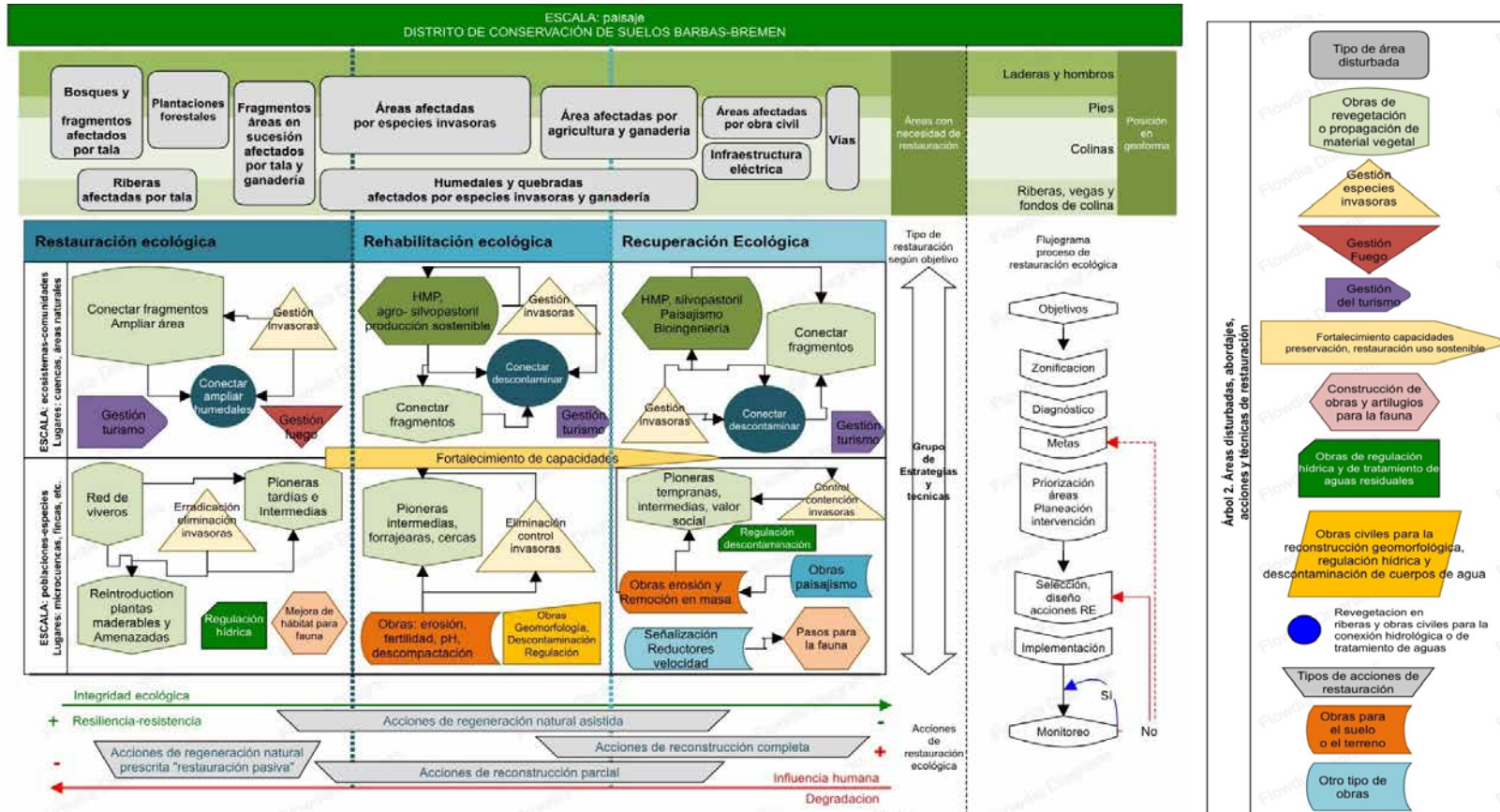


Figura 16. Árbol 2. Abordajes y acciones de restauración ecológica para el DCS Barbas-Bremen. Elaboración propia.

4. OBJETIVOS Y METAS

El planteamiento claro de objetivos y metas es el primer requisito para asegurar el éxito de las acciones de restauración. Los objetivos y metas serán su guía para desarrollar el proyecto de restauración, con base en ellos se definen aspectos sociales y ecológicos, los recursos económicos, y los conocimientos y competencias necesarias y apropiadas para implementar su proyecto. Los objetivos y metas deben ser su norte y, por lo tanto, debe tenerlos presentes durante todo el desarrollo del proyecto.

Al plantear los objetivos debe tener en cuenta que estos tengan las siguientes características:

- Se enmarcan en objetivos globales y nacionales de restauración.
- Se relacionan de manera positiva con los objetivos de manejo y conservación del DCS Barbas-Bremen.
- Se enfocan en lo que se debe lograr para solucionar un problema o mejorar una situación.
- Son relevantes e importantes para los actores involucrados o afectados en el proyecto.
- Son medibles a través del planteamiento de metas e indicadores.
- Inician con un verbo que indica la acción o propósito que se quiere lograr, luego se enuncia el objeto, atributo, o situación sobre la cual se quiere efectuar dicha acción o propósito y, posteriormente, se justifica para qué se requiere dicha acción.

Adicionalmente, en programas de restauración los objetivos deben considerar:

- La identificación y la reposición de valores, bienes y servicios ecológicos, y que sean socialmente deseables.
- La identificación y recuperación de elementos y procesos esenciales para la existencia del ecosistema.
- La educación ambiental y la mejora en la calidad de vida de las poblaciones humanas.

Le será útil pensar en contestar las siguientes preguntas cuando plantee los objetivos:

¿Qué se quiere lograr con las acciones de restauración?

¿Cuál es el propósito de la restauración en el DCS Barbas-Bremen?

Probablemente al responder estas preguntas puede pensar en respuestas que abarcan muchas temáticas, no se preocupe, redacte la respuesta de manera que integre todas las dimensiones que estima conveniente para dar una respuesta completa. A continuación desglose esa respuesta en objetivos específicos que corresponden a las diferentes temáticas mencionadas en el objetivo general.

Las Tablas 12, 13, y 14 serán de utilidad para guiar el planteamiento de los objetivos, pues señalan los propósitos ecológicos, sociales, e hidrológicos más recurrentes que son planteados como objetivos en los proyectos de restauración.

Tabla 12. Propósitos ecológicos de la restauración

Componente	Propósito
Condiciones físicas	Restablecimiento de la conectividad y regulación hídrica, mejora en las condiciones fisicoquímicas del agua y del suelo.
Amenazas	Cese o reducción de amenazas tales como sobreexplotación o contaminación; erradicación o control de especies invasoras o con potencial invasor
Especies nativas	Presencia de especies nativas, tasas de crecimiento apropiadas a nivel individual y poblacional.



Estructura de la vegetación	Restablecimiento de estratos herbáceos, arbustivos, y arbóreos con especies nativas. Restablecimiento de la conectividad estructural entre fragmentos de bosque o vegetación secundaria.
Funcionalidad ecosistémica	Niveles apropiados de crecimiento y productividad, restablecimiento del ciclaje de nutrientes, procesos de descomposición, interacciones planta-animal, reproducción, y regeneración de especies nativas.
Funcionalidad a nivel de paisaje	Restablecimiento de procesos migratorios y flujo genético, dinámicas de fuegos, y otros procesos a escalas de paisaje apropiadas.

Fuente: adaptada de McDonald *et al.* (2016)

Tabla 13. Propósitos sociales de la restauración

Componente	Propósito
Apropiación comunitaria	Construcción de procesos de apoyo y colaboración entre la población local, creación de espacios de reunión, creación de grupos comunitarios para la conservación y manejo de los ecosistemas.
Valores culturales	Valores culturales promovidos o fortalecidos, especies de importancia cultural en procesos de restauración, creación de espacios para la recreación, y mejoramiento del paisaje.
Beneficios económicos	Beneficios económicos incrementados, promoción del interés de clientes hacia productos y servicios locales, mejoramiento de los servicios ecosistémicos, y restauración de recursos importantes para economías locales.

Turismo y recreación	Incremento de los ingresos por turismo, mejorando los medios de subsistencia locales. Incremento de las oportunidades recreativas. Implementación de mecanismos de ordenación y buenas prácticas en turismo ecológico.
Educación	Generación de oportunidades de educación, creación de sitios para educación ambiental o cultural, y demostración y transferencia de buenas prácticas.
Gobernanza	Creación de institucionalidad con capacidad y mandato para crear o mantener procesos de restauración, y creación de alianzas estratégicas.

Fuente: adaptación de Hallett *et al.* (2013)

Tabla 14. Propósitos para restauración de humedales.

Componente	Propósito
Producción pesquera	Restablecimiento de poblaciones de peces nativos de interés comercial.
Ecología	Restablecimiento de hábitat ripario. Restauración o rehabilitación del hábitat para especies dulceacuícolas nativas y restablecimiento de los procesos para su mantenimiento.
Geomorfológico	Reconstrucción geomorfológica de perfil y litoral de los humedales y quebradas.
Agua y saneamiento	Mejoramiento de la salud de los cuerpos de agua con el fin de mejorar la calidad y suministro de agua.
Drenaje y regulación	Restablecer la conectividad y flujos hidrológicos, y aumentar la captura y regulación hídrica.



Como ejemplo les proponemos este objetivo general para la restauración en el DCS Barbas-Bremen, que se articula con los objetivos 1, 2, y 4 del Plan de Manejo planteado por la Corporación Autónoma Regional del Quindío.

Objetivo general: restablecer la conectividad funcional ente las reservas Bremen, cañón del río Barbas, y caños del río Cestillal con el fin de preservar las poblaciones y hábitat de especies endémicas y de interés identificadas en los planes de manejo, y para mejorar y mantener la oferta de servicios ambientales en el DCS Barbas-Bremen.

Objetivos específicos: dada la amplitud de temas incorporados en el objetivo general, se hace necesario plantear unos objetivos específicos que den más claridad al propósito de cada tema en particular. Como ejemplo presentamos los siguientes objetivos específicos:

1. Restablecer poblaciones de especies de flora amenazadas en los fragmentos de bosque, vegetación secundaria, y áreas de regeneración asistida superiores a 10 años.
2. Erradicar especies invasoras e introducidas con potencial invasor en los bosques y en las áreas con implementación de acciones de restauración, recuperación y rehabilitación.
3. Rehabilitar y recuperar áreas degradadas.
4. Mantener la conectividad hídrica entre la zona alta y baja de la cuenca.

Metas de restauración: una vez tenga los objetivos específicos definidos le quedará fácil pensar en metas claras que se deben cumplir.

Las metas deben tener las siguientes características:

- Ser medibles: cuantifique sus metas en unidades que puedan ser medidas en programas de monitoreo y seguimiento
- Tener un límite de tiempo: establezca el tiempo en el que debe cumplir las metas
- Asegúrese de que sus metas respondan al objetivo específico establecido; al comunicar las metas el receptor debe entender exactamente lo que pretende lograr y cómo lo va a lograr.
- Las metas deben ser alcanzables, pueden ser ambiciosas pero deben ser posibles y realistas con base en las capacidades disponibles.

Para definir las metas es necesario tener un **ecosistema de referencia**, pues este representa el modelo al que idealmente se quiere llegar. El ecosistema de referencia puede ser generado a partir de un ecosistema natural o estados sucesionales remanentes que se encuentren cerca del área donde se implementará su proyecto de restauración; en ausencia de un ecosistema remanente cercano, el ecosistema de referencia puede ser generado desde fuentes que evidencien las condiciones ambientales, sociales, o económicas que conduzcan a alcanzar el propósito planteado en el objetivo (Clewell y Aronson, 2013).

Se debe tener en cuenta que pueden existir varios valores de referencia a los que las acciones de restauración deseen llevar al área intervenida (Figura 17). Un solo valor de referencia con base en un ecosistema original puede no ser realista de alcanzar si el área está muy degradada, o si no es posible superar umbrales biológicos o físicos necesarios para desarrollar características estructurales y funcionales (Hobbs, 2007).

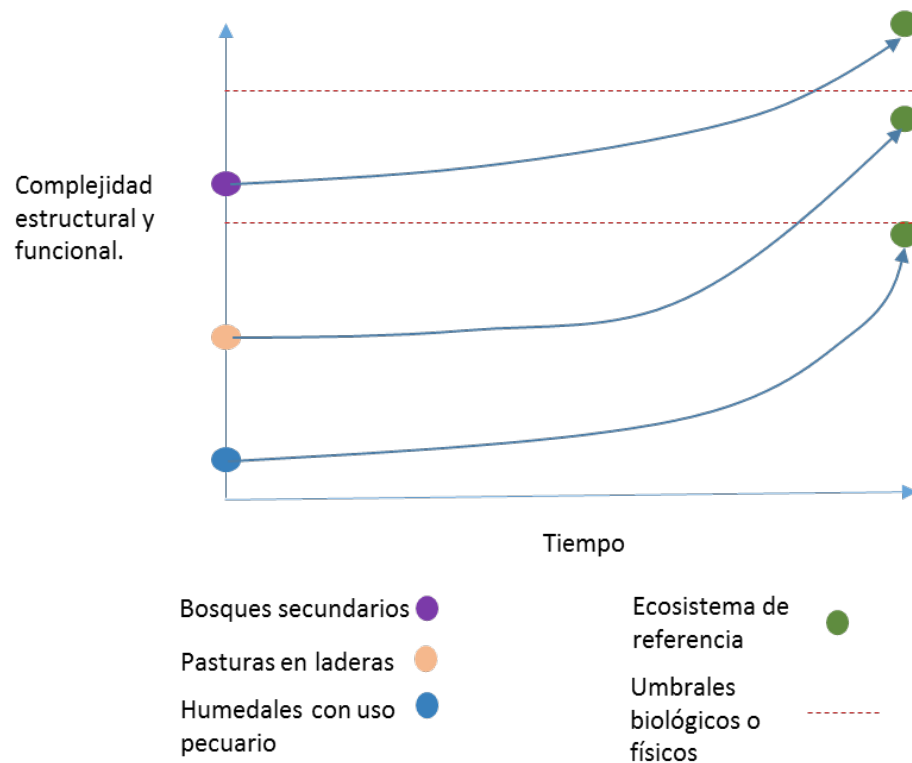


Figura 17. Valores del ecosistema de referencia

A continuación presentamos ejemplos de metas correspondientes a los objetivos específicos planteados.



Objetivo específico: restablecer poblaciones de especies de flora amenazadas en los fragmentos de bosque, vegetación secundaria, y áreas de regeneración asistida superiores a 10 años.

Metas

- 15 % de las áreas de bosque, vegetación secundaria, o áreas de regeneración asistida superiores a 10 años con al menos 100 individuos de flora amenazada plantados por hectárea en dos años.
- Al menos el 60 % de la repoblación de individuos de flora amenazada plantados alcanza el estadio de fustal en 10 años.
- Reclutamiento de brinsales (plántulas) bajo los árboles semilleros, transcurridos 2 años desde la plantación.
- Producción anual de 20000 plántulas de especies nativas amenazadas en viveros de las corporaciones autónomas regionales o en viveros locales.
- Incremento en individuos plantados del 50 % de altura y 50 % de copa entre los primeros 5 a 10 años de plantados.
- Incremento en individuos plantados del 25 % de altura y 25 % de copa posterior a los 10 años de plantados.

Objetivo específico: erradicar especies invasoras e introducidas con potencial invasor en los bosques y en las áreas con implementación de acciones de restauración, recuperación y rehabilitación.

Metas

- Erradicar la especie invasora o introducida con potencial invasor del 70 % del área afectada durante los primeros 2 años de iniciado el proceso de erradicación.
- Erradicar la especie invasora o introducida con potencial invasor del 100 % del área afectada durante los primeros 5 años de iniciado el proceso de erradicación.
- El 30 % del área afectada por la invasión o especie introducida con potencial invasor presenta reclutamiento de especies pioneras nativas a los dos años de iniciar el proceso de erradicación.

- El 50 % del área afectada por la invasión o especie introducida con potencial invasor presenta reclutamiento de especies pioneras nativas a los 5 años de iniciado el proceso de erradicación.
- Presencia de dos estratos, uno herbáceo y otro arbustivo, de especies nativas en el área afectada por la invasión o especie introducida con potencial invasor, a los 5 años de iniciado el proceso de erradicación.
- Presencia de tres estratos: herbáceo, arbustivo, y emergente arbóreo de especies nativas en el área afectada por la invasión o especie introducida con potencial invasor, a los 10 años de iniciado el proceso de erradicación.
- Establecimiento por revegetación de especies pioneras intermedias nativas con una densidad de 3300 individuos por hectárea en dos años.
- 90 % de supervivencia de la vegetación de especies pioneras intermedias nativas plantada al primer año.
- Incremento anual del 50 % de altura en los individuos de especies pioneras intermedias nativas plantadas.
- Incremento anual del 25 % de la copa en los individuos de especies pioneras intermedias nativas plantadas.
- Producción de flores y semillas en especies pioneras intermedias nativas a los 2 años de plantadas.
- Reclutamiento desde las semillas de la vegetación plantada a los 4 años.

Objetivo específico: rehabilitar y recuperar áreas degradadas.

Metas

- Implementar procesos de rehabilitación y recuperación en el 15 % de las áreas degradadas, en un periodo de 5 años.
- 7 % de las áreas ganaderas con procesos silvopastoriles y herramientas del manejo del paisaje (cercas vivas y árboles aislados), implementadas en 5 años.



- Mantenimiento de la producción lechera en las áreas ganaderas intervenidas en el periodo de 5 años.
- Obtener una calidad de suelos en pH y materia orgánica similar a aquella en los ecosistemas de referencia en un periodo de 10 años.
- 70 % de las cercas de cada finca intervenida, con cercas vivas en 5 años.
- En 2 años se habrán liberado 30 metros a cada lado de los cuerpos de agua secundarios de la ganadería, y se implementará el aislamiento y la revegetación de estas zonas.
- 3.5 % de las áreas de plantación forestal con procesos de rehabilitación en implementación.
- 4 % de los humedales con procesos de revegetación y herramientas de manejo del paisaje implementadas.
- Disminución del 30 % en el uso de agroquímicos y reconversión a fertilizantes orgánicos certificados.
- 1 % de los cultivos de aguacate con prácticas agrícolas sostenibles.
- Establecer 5 pasos de fauna en la vía Filandia-Cruces, correspondientes cada uno a los cruces de los 5 corredores, y tres pasos de fauna en la vía Pereira-Armenia a la altura de Cestillá, Barbas y Cuenca Alta del Roble.

Objetivo: mantener la conectividad hídrica entre la zona alta y baja de la cuenca.

Metas

- Mejorar la conectividad entre coberturas boscosas mediante el aumento del 30 % del área de bosques relictuales al borde de los cuerpos de agua en 5 años
- 100 % de los humedales dentro de plantaciones forestales con procesos de revegetalización implementados en los dos primeros años.
- Revegetalización del 100 % de los bordes de los cuerpos de agua con especies nativas en 5 años.

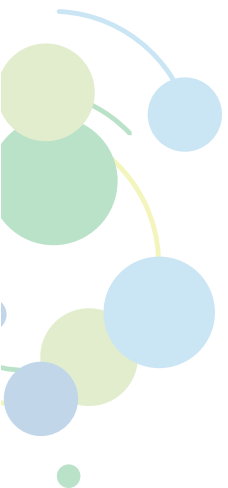
- Restablecimiento de, al menos, el 4 % de los cuerpos de agua que alimentan los humedales prioritarios del distrito en dos años.
- Durante los primeros 5 años se debe realizar la exclusión de actividades productivas en los humedales en proceso de rehabilitación, exclusión que debe ser definitiva a partir del quinto año.
- Restablecimiento de la conectividad hídrica en el 100 % de los afluentes y efluentes principales y de segundo orden en microcuencas priorizadas en 5 años.
- Aumento en la calidad de agua, condiciones de oxígeno disuelto superiores a 4 %, fósforo total menor a 0.4mg/l PO₄, y pH entre 6 y 9 en 2 años.

Construcción de los objetivos y metas

Se recomienda que los objetivos y metas se construyan de manera participativa, donde estén presentes las personas e instituciones que se verán directamente involucrados con las acciones de restauración; esto garantizará que los diferentes actores sientan pertenencia por los objetivos y metas que deben ser alcanzados, que entiendan lo que se busca, y el impacto que tendrán las acciones.

El tiempo invertido en el planteamiento claro de objetivos y metas será retribuido en la claridad con que se implementa el proyecto, la facilidad de seguimiento al mismo, y la capacidad de generar procesos adaptativos que mejoren las prácticas para lograr los resultados esperados.

A continuación, se presenta un marco de referencia para la generación de objetivos y metas, este marco se relaciona con el presentado en el capítulo de indicadores y monitoreo, en él encuentra una serie de pasos que debe realizar al momento de definir sus objetivos y metas (Figura 17).



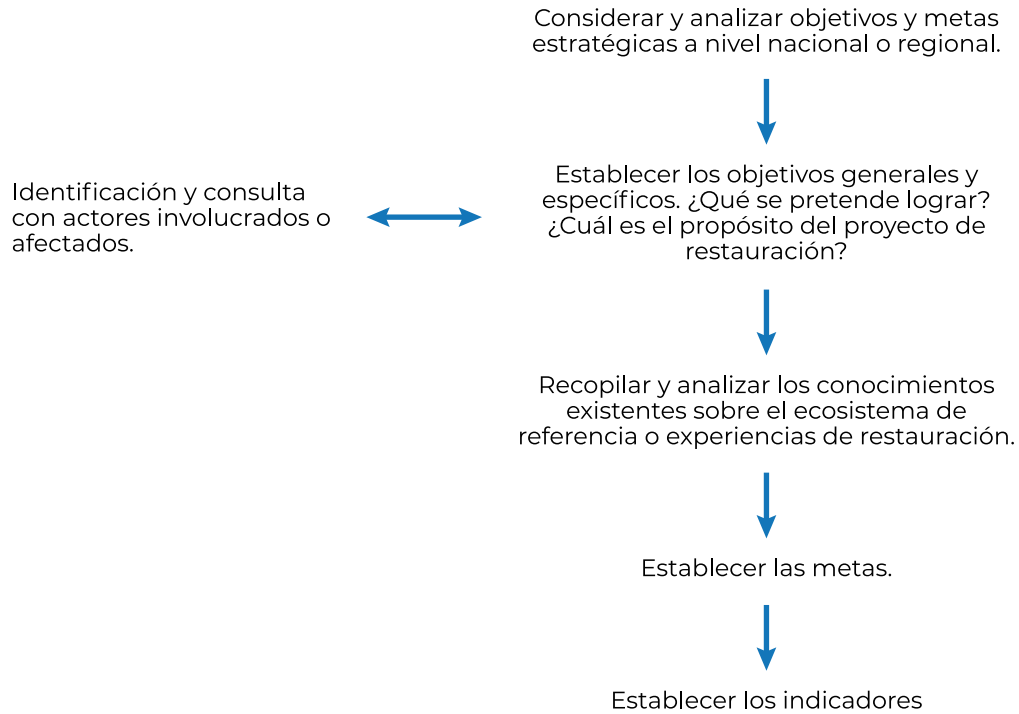


Figura 18. Marco de referencia para la generación de objetivos y metas.

Documentos recomendados para la elaboración de objetivos y metas

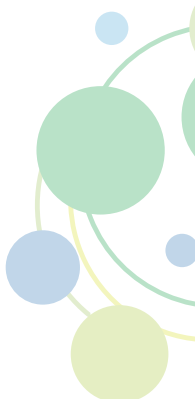
<http://www.ser.org/>

http://c.ymcdn.com/sites/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/SER_Standards_Spanish.pdf

<https://www.bipindicators.net/>

https://www.bipindicators.net/system/resources/files/000/002/188/original/Framework_Brochure_ESP_0311_LOWRES.pdf?1481634262

http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursosnaturales/item/download/276_41573dc2c1274956cbf0b442153731f5



5. PRIORIZACIÓN DE ÁREAS PARA LA RESTAURACIÓN

La definición de áreas idóneas para efectuar procesos de restauración es un aspecto fundamental con el fin de lograr que sus resultados sean exitosos, pues identifica aquellas zonas donde se requiere emprender acciones de manera prioritaria, optimizando los recursos y esfuerzos inherentes a la restauración.

En esta sección del documento se dan algunas orientaciones acerca de la selección de variables, y su análisis e interpretación con miras a identificar esas áreas que pueden considerarse prioritarias para emprender procesos de restauración en el DCS Barbas-Bremen.

Selección de variables

La selección de variables a considerar en la priorización de áreas a restaurar debe ajustarse al tipo de disturbio y objetivos de restauración que se definan. Estas variables deben ser espacialmente explícitas, como mapas o capas cartográficas digitales que, en términos generales, deben tener las siguientes características:

1. Temporalidad: en la medida de lo posible no tener más de 5 años de antigüedad, dada la velocidad de cambio del territorio en el DCS Barbas-Bremen.
2. Escala: para el DCS Barbas-Bremen recomendamos dos escalas: 1:100000 para prioridades generales en todo el distrito, y escalas 1:25000 o 1:10000 para prioridades en sitios específicos, por ejemplo, en sitios donde la magnitud del disturbio es pequeña y se hace necesario un mayor nivel de detalle para observarlo.
3. Formato: datos georreferenciados en formatos digitales como los empleados en los programas informáticos de análisis espacial. Los formatos análogos o digitales no georreferenciados limitan las posibilidades de análisis y pueden conducir a la adopción de métodos más simples y menos robustos.

En el caso que desarrolla esta guía de restauración, partiendo del objetivo de “reestablecer la conectividad funcional ente las reservas Bremen, cañón del río Barbas, y caños del río Cestillal con el fin de preservar las poblaciones y hábitat de especies endémicas y de interés identificadas en los planes de manejo, y para mejorar y mantener la oferta de servicios ambientales en el Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen”, se identificaron un

conjunto de mapas con unas condiciones de temporalidad, escala, y formato aceptables dentro del contexto de la guía.

Tales mapas, todos a escala 1:100.000 en formato digital y que cubren la totalidad del territorio nacional, corresponden a: cobertura de la tierra 2010-2012 obtenida mediante la metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia; centros poblados, vías y drenajes que hacen parte de la cartografía básica oficial generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Figura 19).

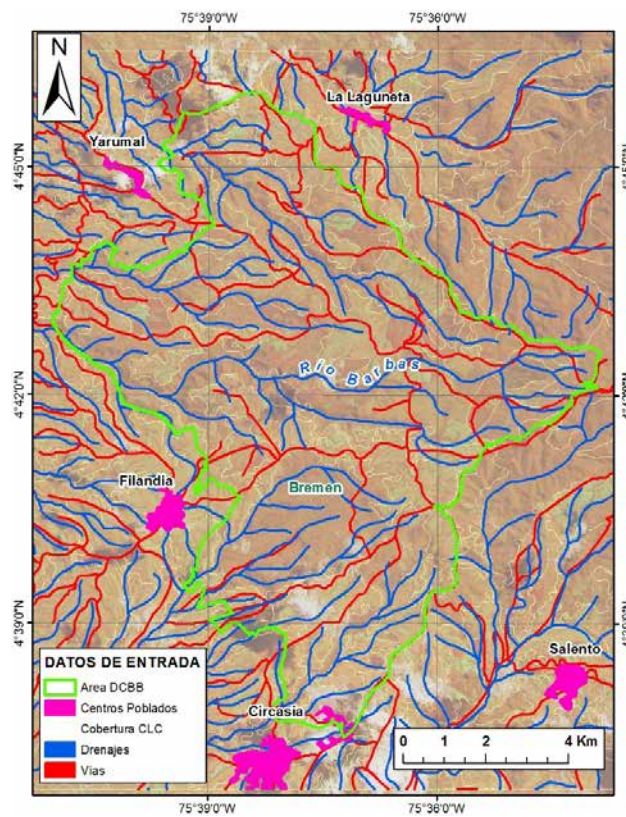


Figura 19. Mapa de datos de entrada empleados. Elaboración Propia.

Preparación de los datos

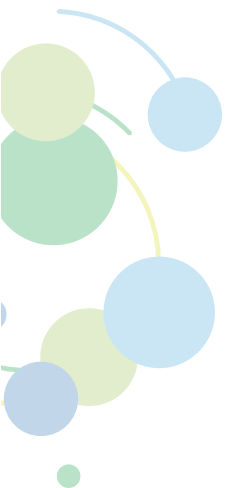
Una vez que las capas cartográficas son identificadas y seleccionadas, deben ser procesadas para poder analizarlas conjuntamente, esto incluye: recorte de los datos al área de trabajo; reproyección cartográfica para que todas estén en el mismo sistema de coordenadas; y transformación de formatos vectoriales (conformados por puntos, líneas o polígonos) a formatos raster (conformados por píxeles) o viceversa, etc.

En el trabajo desarrollado para el DCS Barbas-Bremen se recortaron las capas a un área que excede la del distrito, se asignó el sistema de referencia espacial MAGNA-Bogotá y todos los datos fueron transformados a formato raster con un tamaño de pixel equivalente a 30 metros. Para la transformación de las capas de vías y drenajes se hizo previamente una operación de distancia que convirtió los elementos lineales a polígonos con un ancho de 30 metros.

Análisis de datos

En el marco de esta guía se consideró importante generar información sobre tres aspectos: la conectividad de los fragmentos de áreas naturales remanentes; la calidad de los fragmentos naturales remanentes; y la potencialidad de presencia de humedales. Con base en estos tres aspectos se propusieron 10 áreas prioritarias para implementar acciones de restauración.

Conectividad: dado que el objetivo principal hace referencia a restablecer la conectividad funcional ente las reservas Bremen, el cañón del río Barbas, y los caños del río Cestillal, lo primero que se identificó fueron las zonas con una mayor potencialidad de conectividad, que, en general, son aquellas en donde los elementos del paisaje ofrecen menor resistencia para el paso de especies. Para asignar el valor de resistencia se tuvieron en cuenta el tipo de cobertura y la distancia del sitio a vías, drenajes, centros poblados, y coberturas naturales. Las zonas con menos cobertura natural remanente y menos distancia a vías y centros poblados dieron los mayores valores de resistencia (menos idoneidad para el paso de especies), mientras que las zonas con más cobertura de áreas naturales y más cercanas a los ríos y a los fragmentos de bosques naturales remanentes obtuvieron menores valor de resistencia (representan áreas más idóneas para el paso de las especies). (En el anexo 4 se pueden apreciar las tablas asignación de valores de resistencia).



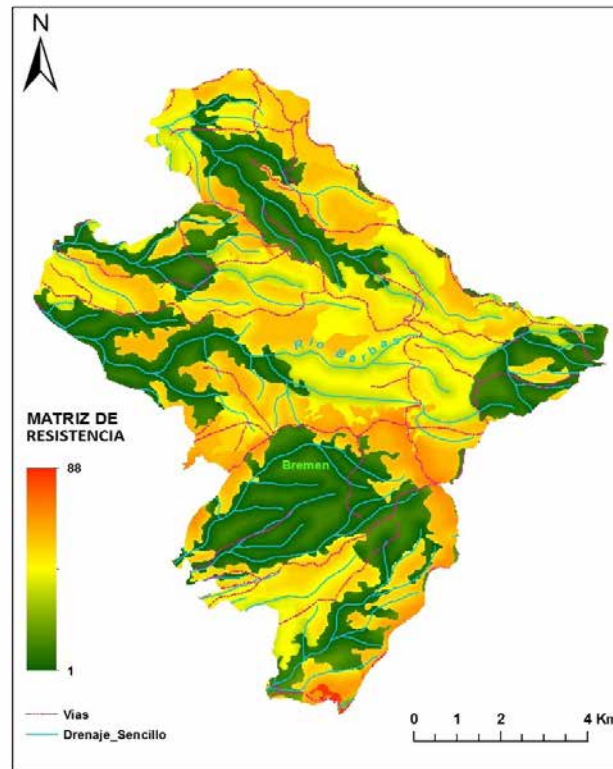
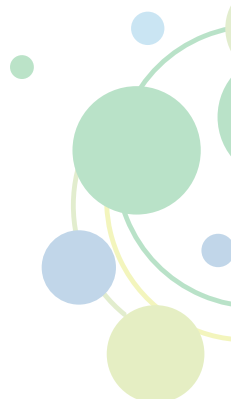


Figura 20. Mapa de matriz de resistencia. Elaboración Propia.
 [Los colores cercanos al rojo representan las resistencias más altas]

A partir de la matriz de resistencia se pensó en 4 grupos de especies hipotéticas, caracterizadas por tener amplia movilidad y requerimiento de áreas naturales, con capacidad de dispersión en una distancia de 300, 500, 1.000 metros y mayor a 1.000 metros (Figura 21), y usando estas distancia de dispersión se generó un análisis que indica la probabilidad de que cada sitio funcione como conectora entre los fragmentos de bosques remanentes para el paso de estas especies (Figura 22). Esta capa se ajustó sobre un valor de 100, que representa la mayor probabilidad de conectividad.



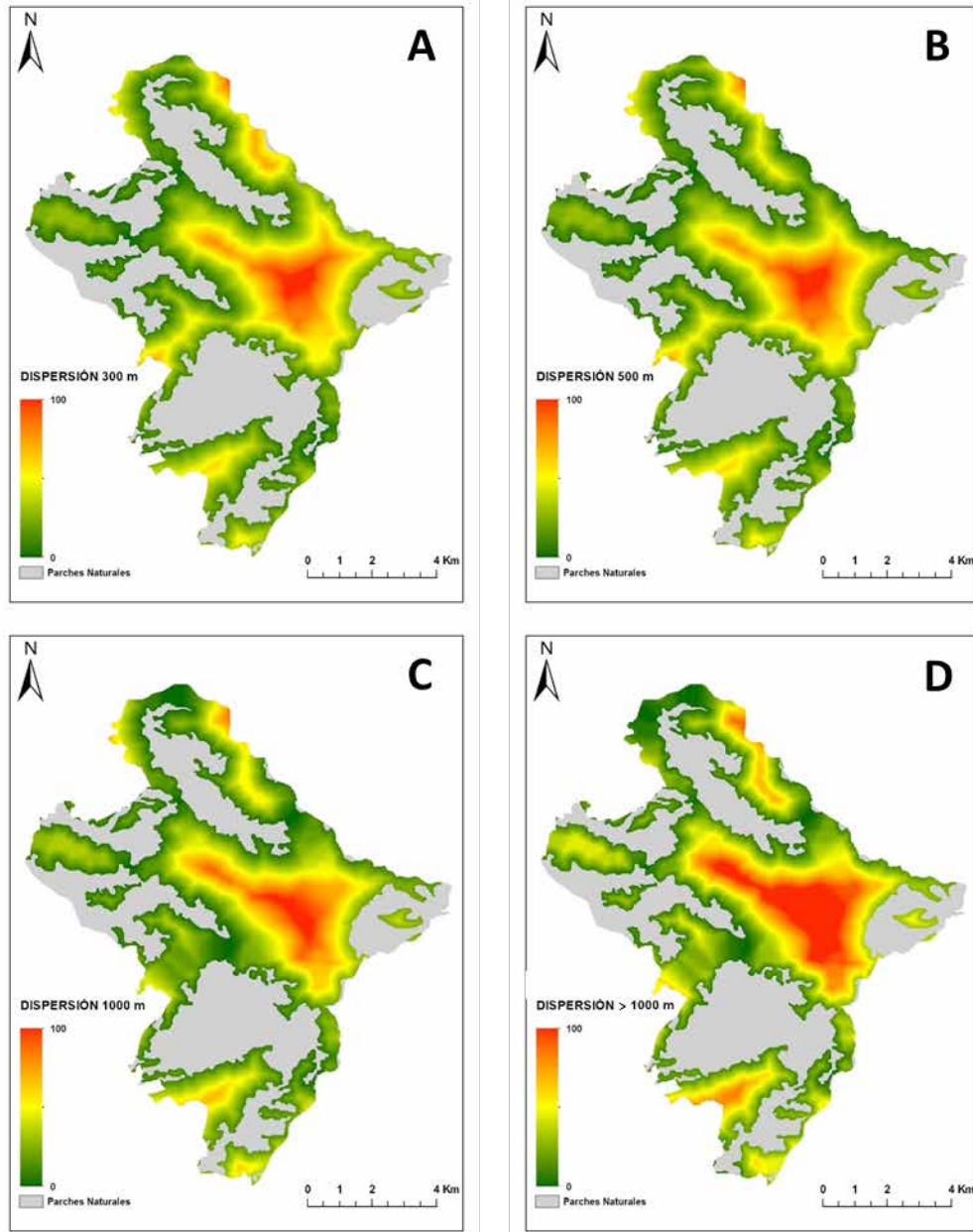


Figura 21. Mapas de resistencia de 4 grupos de especies con dispersión. Elaboración Propia.

[Los colores cercanos al rojo representan las resistencias máximas]



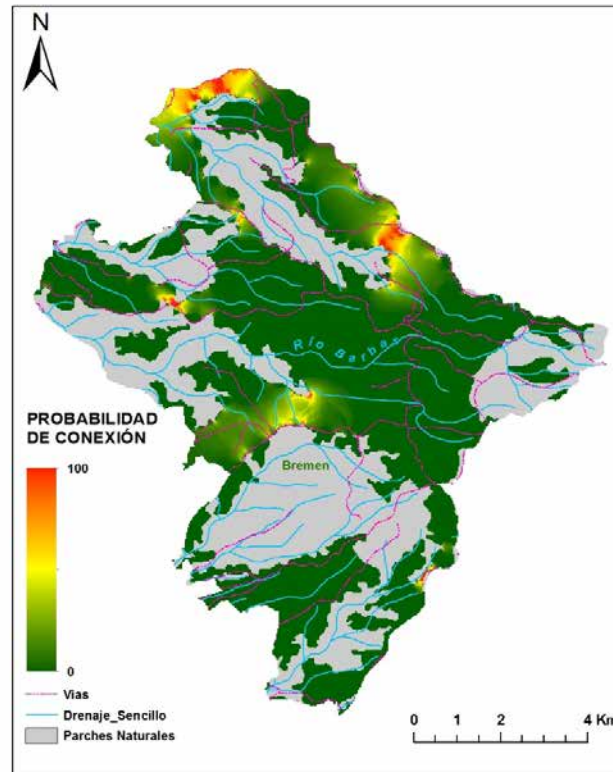
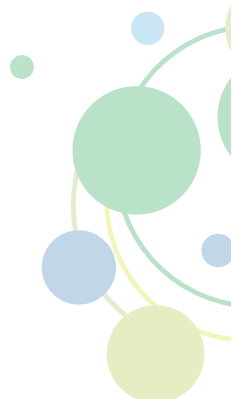


Figura 22. Mapa de probabilidad de conexión. Elaboración Propia.

[Considerando los efectos y contribución de todos los posibles caminos de dispersión existentes en el paisaje y no exclusivamente los de menor costo. Los colores cercanos al rojo representan las zonas de mayor probabilidad de conectividad]

Finalmente, las capas cartográficas generadas se agregaron mediante una sumatoria cuyo valor se ajustó sobre un valor de 100 y se reclasificó en diferentes niveles que muestran el potencial de conectividad dentro del distrito (Figura 23). Este resultado permite observar las zonas en las que se pueden priorizar los esfuerzos para reestablecer la conectividad ecológica entre los diferentes parches de coberturas naturales que se encuentran dentro del DCS Barbas-Bremen y de estos con respecto a zonas adyacentes.



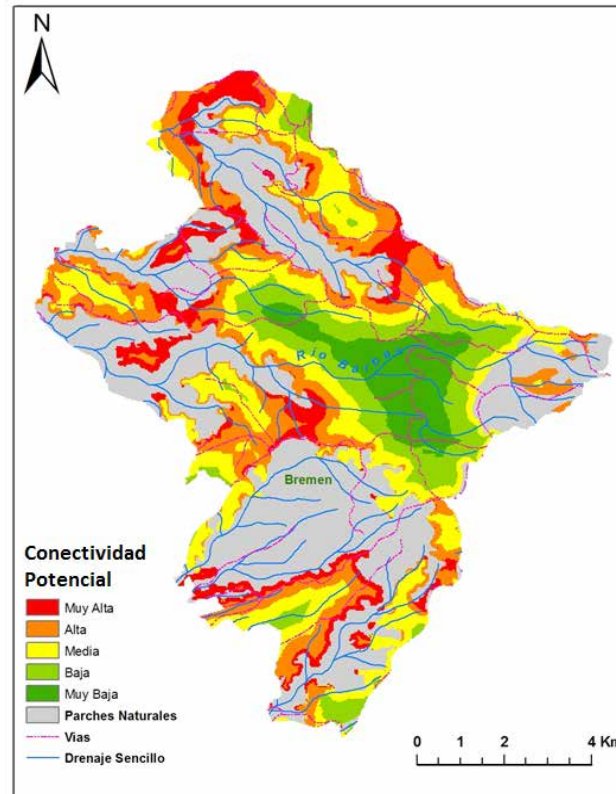


Figura 23. Mapa de conectividad potencial. Elaboración Propia.

Calidad de los fragmentos de áreas naturales remanentes: en el marco del objetivo propuesto se señala como fin el preservar las poblaciones y hábitat de especies endémicas y de interés identificadas en los planes de manejo. En tal sentido además de la conectividad se consideró relevante determinar el estado de los fragmentos o parches naturales para lo cual se tuvieron en cuenta dos características: área, forma (pues permiten evidenciar fenómenos como el efecto de borde y el área núcleo real de los diferentes fragmentos. La fórmula empleada se puede ver en el anexo 4) y número de conexiones de cada uno de los fragmentos tomando como referencia el análisis de conectividad. Los resultados se muestran en la figura 24.

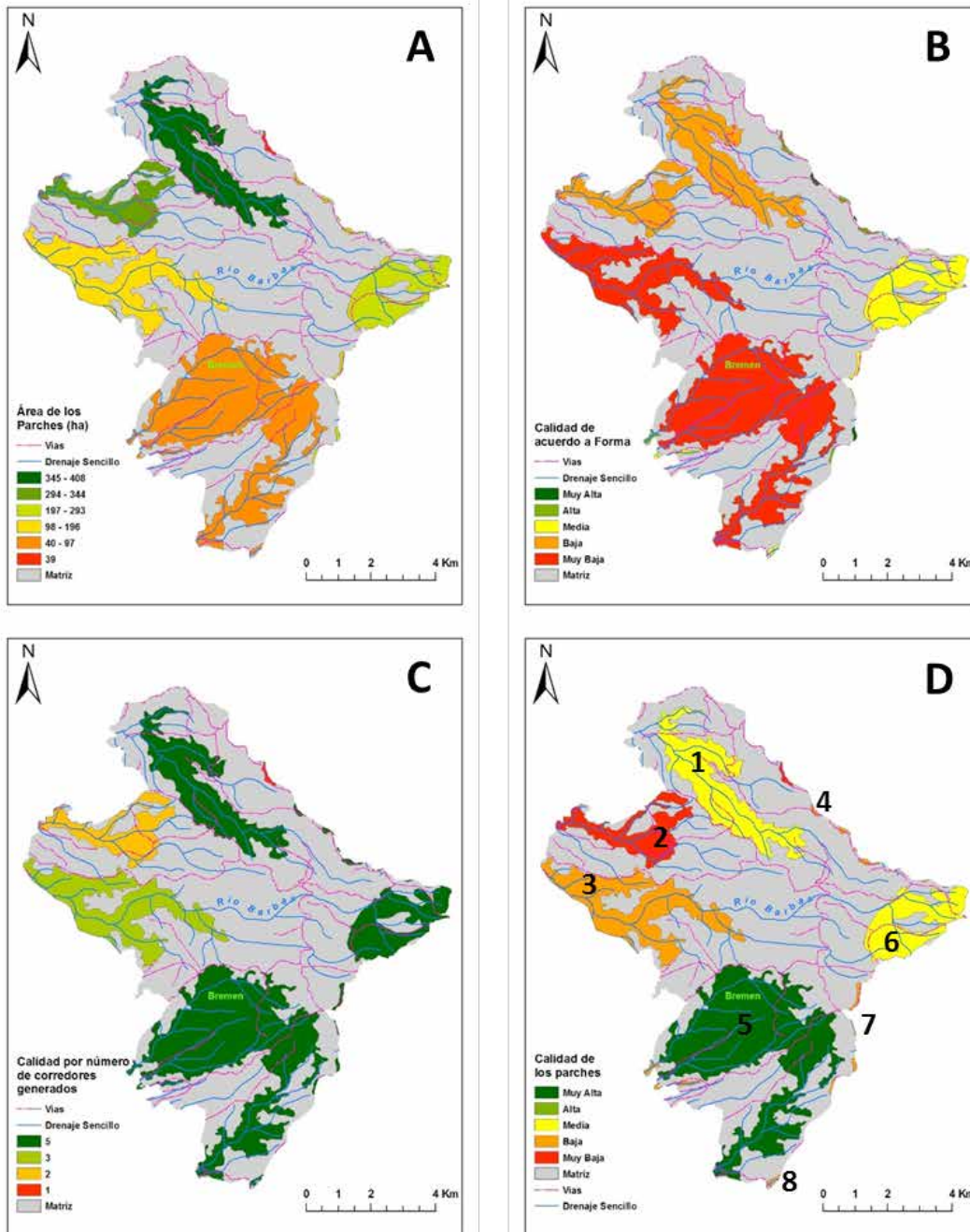


Figura 24. Mapas de calidad de los parches de acuerdo a su área. Elaboración Propia. [(A), forma (B), función de conectividad (C) y al agrupamiento de las tres variables (D). Se adiciona en el mapa D un número para identificar los parches].

Conectividad hídrica: uno de los objetivos que se contempla dentro de la guía es contribuir al mantenimiento en la oferta de servicios ambientales en el DCS Barbas-Bremen, dentro de los cuales uno de los más vitales es el recurso hídrico. La sostenibilidad de este recurso depende, en gran parte, de que se mantenga su conectividad entre la zona alta y baja de la cuenca, por lo que cada uno de los humedales y cursos de agua tiene una alta relevancia, pues la afectación de cada uno incide en el comportamiento de los demás.

Respecto a la disponibilidad de información en este tema se presentó un problema por ausencia de datos, dado que los humedales en el distrito presentan áreas en la mayoría de los casos inferiores a 2 ha, que es una extensión que no se alcanza a observar en las capas cartográficas empleadas como consecuencia de su escala (1:100.000)¹. Ante esta situación, una de las posibilidades es generar la información a partir de otras fuentes de datos; en este caso, se empleó un modelo digital de terreno con resolución de 30 metros generado por la compañía SARVISION mediante el uso de imágenes satelitales².

Sobre el modelo digital del terreno se aplicó un algoritmo llamado índice topográfico de humedad (Beven y Kirby, 1979 y Sørensen, Zinko, y Seibert, 2006) para identificar las zonas de mayor acumulación de agua. En el Anexo 4 se presenta el detalle de la ecuación utilizada.

Como resultado se obtuvo un mapa de potencial de humedales que va desde los valores «muy bajo» hasta «muy alto». Para el objetivo propuesto en este trabajo es recomendable tomar solo las zonas con valores «alto» y «muy alto», en donde se observan patrones de forma y distribución espacial bastante cercana a la que se puede esperar en un mapa de humedales (Figura 25). Una actividad adicional en la metodología para asegurar la calidad de esta capa cartográfica es la validación en campo durante la caracterización diagnóstica.

- 1 En esta escala se hace la cartografía de objetos cuya área sea mayor a 25 ha.
- 2 Los modelos digitales de terreno pueden ser muy útiles para generar otros datos relevantes en el proceso de priorización como la pendiente, orientación de la pendiente, límite de cuencas, etc.

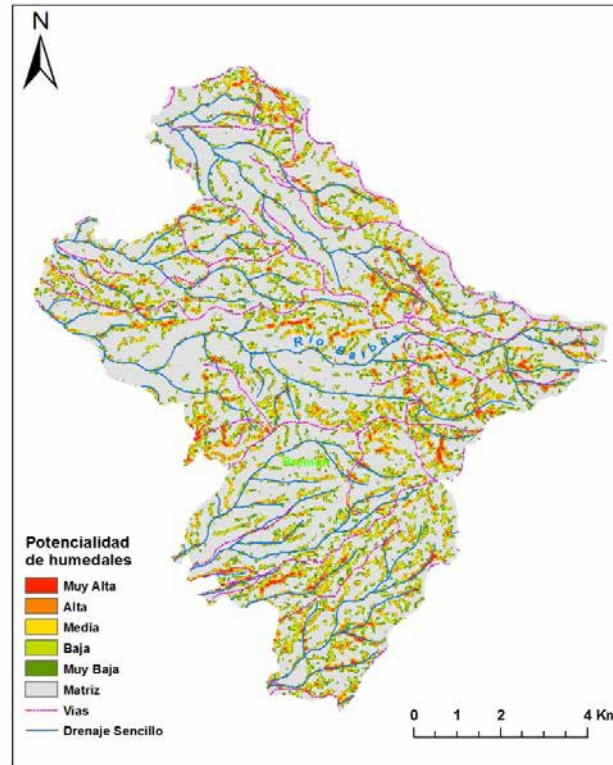


Figura 25. Mapa de potencialidad de humedales. Elaboración Propia.

Integración de resultados: los diferentes resultados (conectividad, calidad de fragmentos, y potencial de humedales) fueron integrados en un solo mapa, al cual se adicionó, además, una capa que permite observar las coberturas naturales y áreas del RUNAP adyacentes al distrito y los centros poblados, lo que permite entender el DCS Barbas-Bremen en un contexto más amplio (Figura 26). Con base en este mapa se seleccionó un conjunto de 10 zonas que se presentan como propuestas para emprender acciones de restauración con una alta prioridad.

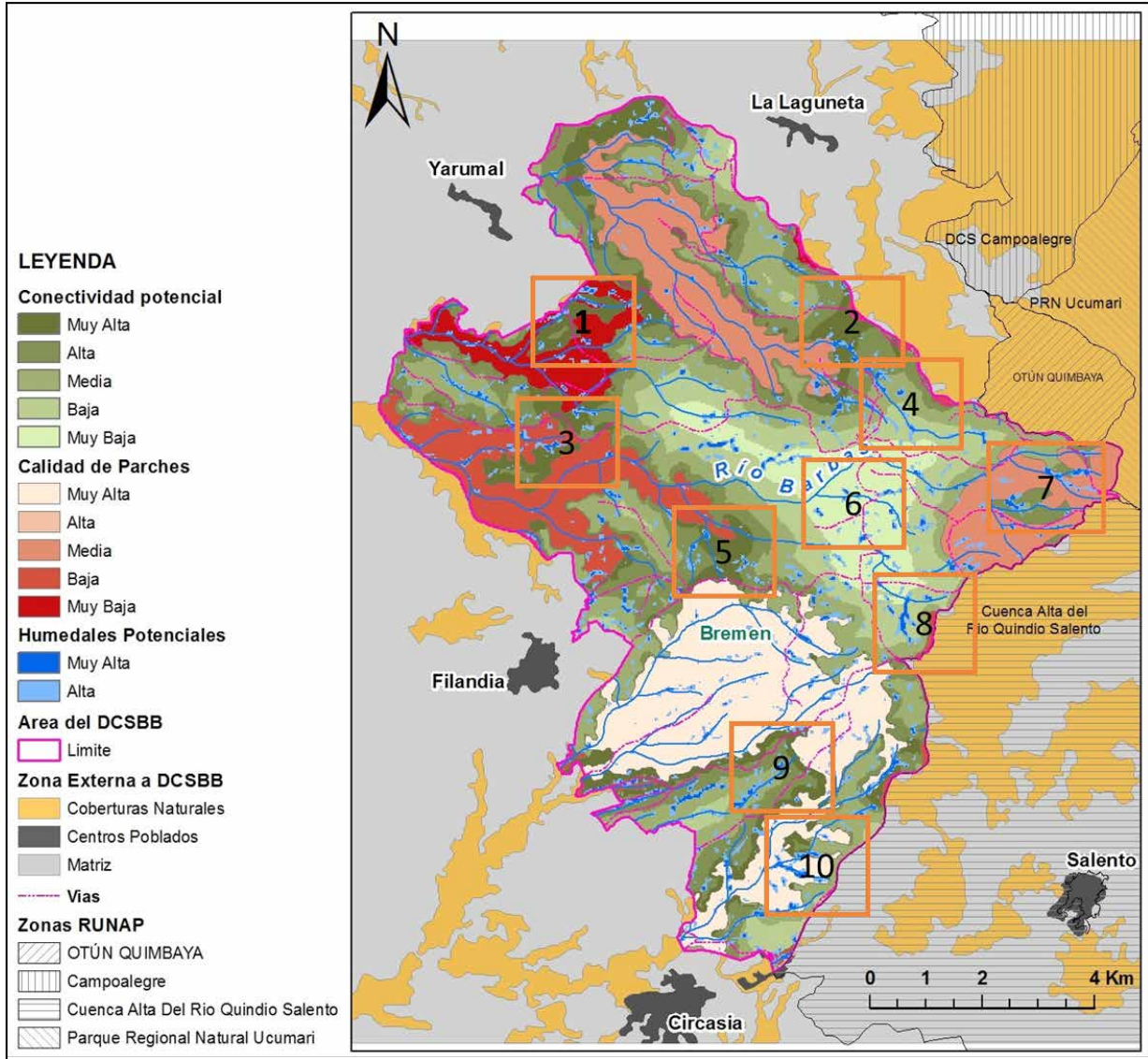


Figura 26. Mapa de resultados integrados. Elaboración Propia.

Zonas priorizadas

Zona 1: reúne los tres aspectos principales enmarcados en los objetivos que se definieron, esto es, una alta densidad de humedales que tributan a las quebradas de la zona, lo que sugiere la necesidad de llevar a cabo una gestión de preservación de los que se encuentran dentro de los fragmentos naturales o de restauración de los que se encuentran en medio de coberturas transformadas que en la zona son fundamentalmente pastos limpios.

Por otra parte, esta zona presenta un potencial de conectividad muy alto, dada la cercanía que se da entre los fragmentos 1 y 2 (Figura 24), que pese a tener áreas considerables muestran una baja calidad de fragmento relacionada principalmente con la complejidad de las formas, que dan lugar a una reducción del área núcleo y refuerzan simultáneamente el efecto de borde (Figura 24). En este orden de ideas las estrategias deben estar orientadas a recuperar el área núcleo, modificando la forma de los fragmentos mediante acciones de restauración sobre sus bordes, las cuales se pueden extender por la zona de alta potencialidad de conectividad hasta unir ambos fragmentos.

Zona 2: en esta también se presenta una alta densidad de humedales, pero lo más remarcable es la alta conectividad que se observa dentro de su área. Esta potencialidad permitiría establecer una conexión que trasciende los límites del distrito, al unirse con un conjunto de bosques naturales de los cuales hace parte el grupo de fragmentos señalados en el mapa de la Figura 24 con el número 4, y que, a su vez, está conectado con las áreas protegidas del oriente del Quindío y Risaralda: el Santuario de Flora y Fauna de Otún Quimbaya, el Parque Regional Natural de Ucumarí, y el Distrito de Conservación de Suelos de Campoalegre.

En tal sentido, la gestión sobre esta zona debería estar orientada a restaurar esas zonas de alta potencialidad de conectividad donde actualmente se encuentran mosaicos de cultivos, pastos, y espacios naturales. Sobre los humedales también sería necesario establecer acciones de restauración, dado que en su mayoría se encuentran inmersos en este mismo tipo de cobertura.

Zona 3: presenta características similares a las de la zona 1 por la alta presencia de humedales, la alta conectividad potencial entre los fragmentos 2 y 3 (correspondiente al área de bosques del río Barbás), y la baja calidad de los fragmentos, marcada principalmente por la complejidad de las formas, que da lugar a una reducción del área núcleo y refuerza simultáneamente el efecto de borde. El fragmento 3 muestra un tipo de fragmentación conocida como perforación, puesto que dentro del fragmento se encuentra un área de pastos limpios; en esta zona lo indicado sería establecer procesos de restauración, teniendo en cuenta que esto permitiría desarrollar el potencial de conectividad de la zona y mejorar la forma del fragmento.

Una acción de restauración sería igualmente necesaria para conectar los fragmentos 2 y 3 que, en su punto más cercano, están separados por una distancia de 150 m, en la cual se encuentra cobertura de mosaico de pastos y cultivos. Con relación a los humedales cerca del 50 % se encuentra dentro de los fragmentos naturales, en estos lo más indicado

sería hacer una gestión de preservación, mientras que el 50 % restante que se ubica entre mosaicos de pastos y cultivos, y plantaciones, debería estar sujeto a acciones de restauración.

Zona 4: se encuentra disturbada principalmente por la presencia de plantaciones forestales. De acuerdo a este tipo de disturbio lo más recomendable sería mantener la actividad productiva dentro de un marco sostenible, y dentro de un periodo de tiempo hacer una transformación gradual de las plantaciones en áreas de vegetación sucesionales, tal como ha ocurrido en algunos sectores del distrito como la Reserva Forestal Bremen.

Zona 5: corresponde al área donde se han desarrollado los corredores biológicos que unen los bosques de Bremen y el cañón del río Barbas, lo que se evidencia en la cartografía con una franja en la que el potencial de conectividad es muy alto. En esta zona sería recomendable emprender acciones de restauración, en particular sobre las márgenes de las quebradas tributarias de la quebrada Bolillos; sería necesario, además, establecer pasos de fauna superiores sobre la vía en puntos clave como los corredores biológicos, para fortalecer su funcionalidad, dado que por esta zona pasa la vía que conduce desde la autopista Armenia- – Pereira hasta Filandia. Se recomienda realizar campañas de reducción de la velocidad, y ubicar reductores de velocidad y señales de tránsito.

En las zonas colinadas de en medio de las quebradas se desarrollan actividades pecuarias y, recientemente, agrícolas, relacionadas con el cultivo de aguacate, en estas lo recomendable sería mantener tales actividades en un marco productivo sostenible, aplicando sobre todo herramientas de manejo de paisaje como cercas vivas, mini y micro corredores, y bancos de forraje, haciendo transición del sistema ganadero actual a Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI).

Zona 6: se encuentra altamente disturbada debido a la presencia de pastos, algunos de los cuales están en procesos de reconversión para la producción de aguacate, que se considera una actividad promisoriosa dentro de la región; además, la intensidad de las actividades productivas ha estado relacionado con el desarrollo de algunas vías que revisten gran importancia como la autopista Pereira - Quindío. Por otra parte, también se observó cierta abundancia de humedales inmersos dentro de esta matriz, algunos de los cuales pueden ser artificiales.

Considerando las características de la zona lo más recomendable sería, por un lado, hacer una restauración ecológica propiamente dicha de los humedales, y dar un manejo adecuado a los humedales artificiales para que no impidan la conectividad hídrica entre



las partes altas y bajas de la cuenca. En el resto de la zona lo sugerido sería implementar actividades productivas sostenibles con el establecimiento de cercas vivas, herramientas de manejo del paisaje como árboles aislados en potreros y minicorredores, estableciendo SSPI.

Zona 7: reviste importancia, en primer lugar, por la alta densidad de humedales y nacederos propios de la cuenca alta del río Barbas, algunos de ellos se encuentran en las áreas naturales del fragmento 6 y otras dentro de una cobertura de pastos que causa perforación sobre este fragmento que, pese a esto, tiene unas características de calidad media, tanto por su forma, como por su área, pero principalmente por su función de conectividad. Precisamente uno de los valores más importantes de este fragmento está dado por el hecho de que conecta con diferentes fragmentos que hacen parte de los bosques de otras áreas naturales protegidas como el Santuario de Flora y Fauna de Otún Quimbaya, el Parque Regional Natural de Ucumarí, y el Distrito de Manejo Integrado de la cuenca alta del río Quindío (Salento), que conectan con el Parque Nacional Natural Nevados.

De acuerdo a las características de esta zona lo más recomendable sería efectuar restauración sobre la zona de perforación del fragmento 6, así como de sus humedales, y efectuar labores que intensifiquen la conectividad con las áreas del RUNAP, llegando incluso a ampliarse para hacer posible la conectividad de estas zonas con los bosques de Bremen, los cuales presentan una conexión muy débil con estos sistemas del oriente del Quindío.

Zona 8: va muy de la mano con la última parte expuesta de la zona 7 y está marcada por la alta potencialidad de conectividad que permitiría el tránsito de especies desde las zonas naturales de las áreas RUNAP hacia el DCSBB. Esto exigiría, en primer lugar, el desarrollo de labores de restauración sobre las zonas de potencial alto de conectividad y sobre las zonas de borde adyacentes a los fragmentos naturales, en las cuales actualmente se encuentran coberturas de pastos limpios. Sería también necesario el establecimiento de pasos de fauna superiores e inferiores sobre la vía, así como reductores de velocidad y señalización de tránsito, dado que uno de los limitantes para desarrollar estos procesos es la presencia de la autopista Pereira - Armenia.

Zona 9: reviste una alta importancia, en particular por la alta densidad de humedales que tributan sus aguas a las quebradas Membrillar y Roble, y que actualmente se encuentran sobre coberturas de mosaicos de cultivos y pastos. Otro aspecto importante en esta zona es, por una parte, la conectividad que representan los bordes del fragmento 5—en el cual se encuentra el bosque de Bremen— y, por otra, la calidad de este mismo fragmento,

que es muy alta por su función de conectividad y área; sin embargo, su forma es muy irregular, lo que dio lugar a una calificación de calidad baja en este aspecto (Figura 24).

La acción más apropiada para esta zona sería la restauración de los humedales con procesos de revegetación, recuperación geomorfológica del perfil del humedal, regulación hídrica, y tratamiento de aguas. La revegetación debe enfocarse, tanto al cuerpo de agua, como a reforzar los bordes del área núcleo de los fragmentos naturales, modificando su forma, ampliando su área y aprovechando el potencial de conectividad. También se establece revegetación para establecer microcorredores y minicorredores por los drenajes y quebradas. Finalmente, se establecen HMP en la finca y SSPI. Todo lo anterior contribuye a mejorar la calidad de los fragmentos, recuperar los humedales, y restablecer la conectividad.

Zona 10: presenta características similares a la zona 9, sin embargo, la mayoría de humedales se encuentra dentro del fragmento natural, lo que sugiere acciones de preservación sobre los mismos. Otro aspecto relevante es que se ubica cerca del límite del DCSBB en condición de vecindad con las zonas RUNAP antes mencionadas. Esto sugiere la posibilidad de efectuar labores de restauración, particularmente sobre los bordes de quebradas tributarias del río El Roble que nacen en el distrito de manejo integrado de la cuenca alta del río Quindío (Salento), por donde sería más viable establecer la conectividad —en vez de las zonas de pastos limpios que las circundan—, y en los que se podrían dar actividades productivas sostenibles con el establecimiento de HMP, SSPI y la construcción de corredores biológicos.



6. ÁREAS DISTURBADAS DEL DCS BARBAS-BREMEN

Esta guía plantea un abordaje de la restauración ecológica para el DCS Barbas-Bremen según el tipo de área disturbada. A continuación se presenta una ficha para cada uno de los 10 disturbios identificados, su descripción, ubicación, factores asociados y líneas de acción (recomendaciones específicas de acciones y técnicas de restauración).

Disturbios identificados:

1. Bosques de crecimiento secundario y bordes de bosque afectados por tala
2. Fragmentos de bosque y bosques de quebradas afectados por tala
3. Arbustales y matorrales nativos en laderas
4. Pasturas en laderas y colinas
5. Humedales, drenajes y otros cuerpos de agua afectados por uso pecuario
6. Áreas afectadas por agricultura
7. Áreas afectadas por plantaciones forestales
8. Áreas afectadas por obra civil (tendido eléctrico)
9. Áreas afectadas por obra civil (vías)
10. Áreas afectadas por especies invasoras

1. Bosques de crecimiento secundario y bordes de bosque afectados por tala

Descripción

En la actualidad son áreas más o menos extensas y conectadas de bosques subandinos de distintos tamaños y estado de sucesión, se ubican en las laderas hombros y cimas en el sector norte de la Reserva Forestal Bremen, en las laderas, cimas y hombros de las cuenca alta de los ríos Cestillal, Barbás y Consotá, y en las cuencas altas y medias de las quebradas Membrillal, Portachuelo, Roble, y Cruces. Estos lugares en el pasado (en el siglo XX y desde principios a mediados del siglo XIX) fueron áreas afectadas por la extracción selectiva de árboles de maderas finas y, en algunos casos, por tala raza para el establecimiento de pasturas, áreas de cultivo y plantaciones forestales; en estos lugares es común encontrar tocones de árboles muertos o cortados. Sin embargo, estos lugares a mediados y finales del siglo pasado dejaron de ser utilizados de manera productiva, quedando parte de estas áreas abandonadas por la baja rentabilidad o porque se destinaron a la conservación con el fin de preservar el agua; posteriormente a su abandono iniciaron un proceso de sucesión que se alimentó de los propágulos de las áreas naturales en mejor estado de conservación. Actualmente, estos lugares son definidos por los planes de manejo del DCS Barbás-Bremen, por lo general, son fragmentos medianos y grandes conectados a bosques maduros y otras áreas de vegetación natural en distinto estado de sucesión; así mismo, se encuentran rodeados por plantaciones forestales, pastizales, y cultivos de aguacate, café, o de pan coger.

El tipo de cobertura que corresponde de manera más cercana a esta área disturbada, tomando como referencia la cartografía *Corine Land Cover* a escala 1:100.00 adaptada para Colombia (CLCC), es la de bosque denso de tierra firme, caracterizado por el predominio de elementos arbóreos (aprox. 70 %) que forman un estrato de copas más o menos continuo y que, en promedio, tienen una altura del dosel superior a 5 metros. Este tipo de cobertura a lo largo del distrito presenta un área aproximada de 2194 ha, lo que equivale al 23,7 % del mismo, y su distribución altitudinal es amplia dado que se encuentra desde las laderas hasta algunas cimas como la de Bremen; en tal sentido, se puede encontrar entre 1600 y 2200 m s. n. m.

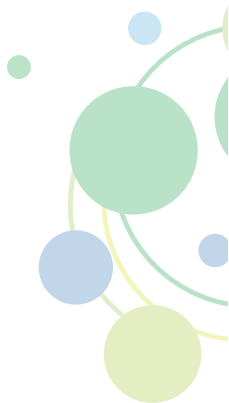
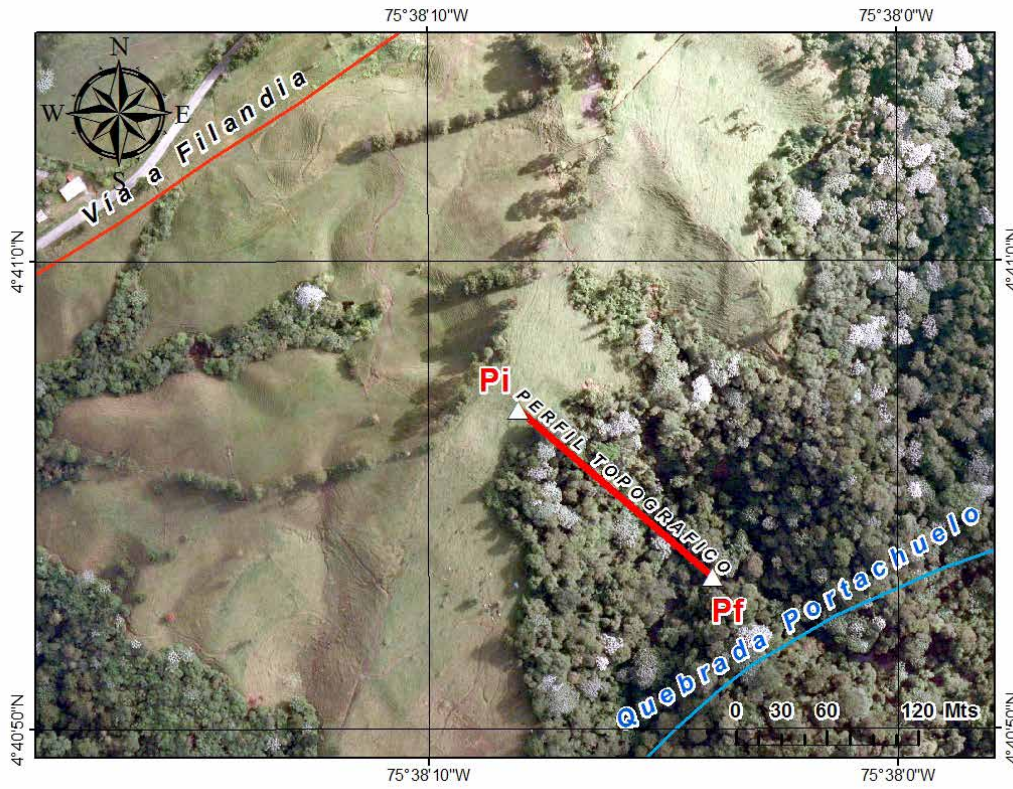
Localización

Algunos sitios donde se observa este tipo de área disturbada son:

4°40' 46.7" N, 75°38' 8.3" W; 4°41' 54.9" N, 75°39'11.1" W; 4°42'42.4" N, 75° 38' 51.4" W

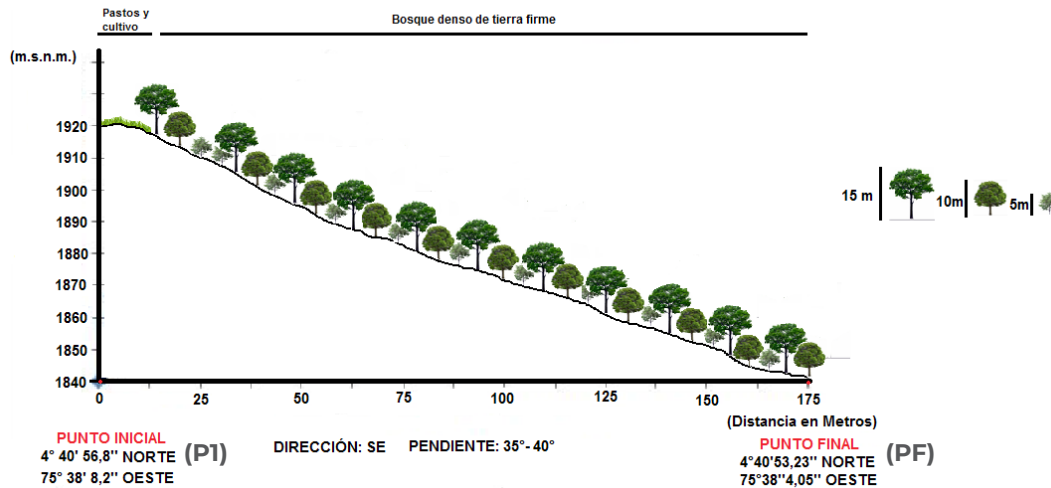


Mapa



Perfil topográfico y vegetación

ZONA 1



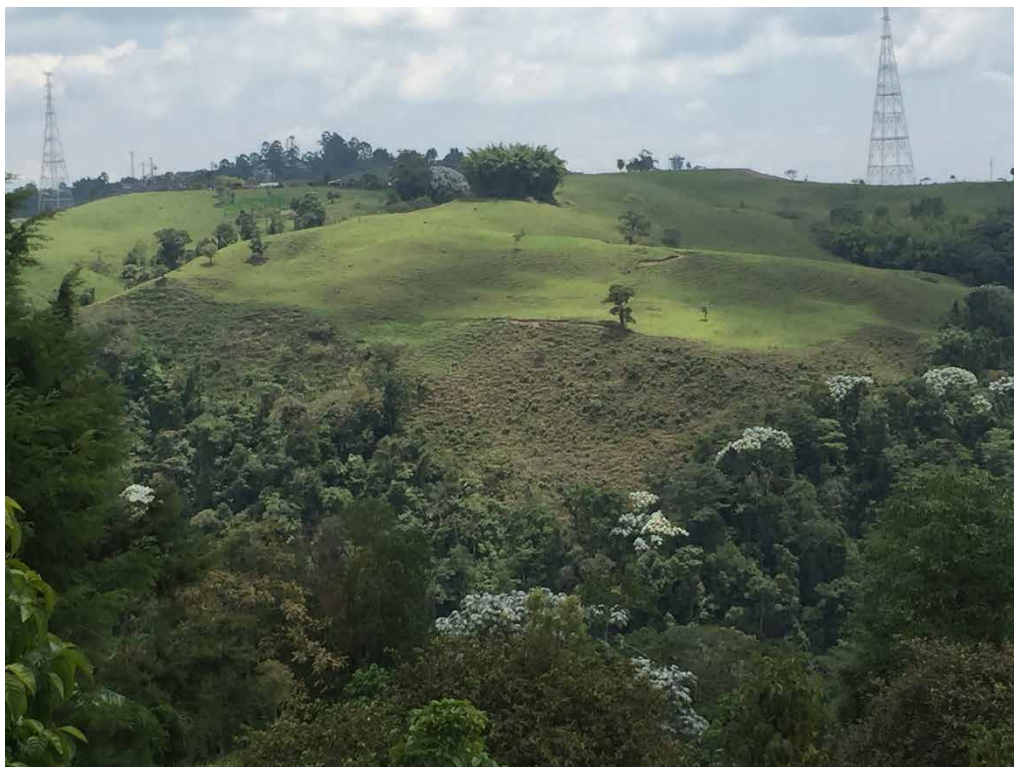
Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Este tipo de disturbio se puede presentar a lo largo de toda la cobertura de bosques que se encuentra en zonas con relieve desde escarpado a montañoso, sobre cimas, hombros y laderas más o menos escarpadas donde las pendientes se mantienen de manera prolongada, si bien se pueden presentar geometrías de tipo recta, convexa o irregular y, en algunos casos, cóncavo-convexo. El sustrato suele ser suelo orgánico más o menos desarrollado y conservado, cubierto por mantillo y hojarasca. Los suelos en las partes más altas y en las mayores pendientes suelen ser superficiales, y profundos en las zonas bajas y convexas, el drenaje suele ser de bueno a moderado, mientras que su textura es de arcillosa a franca.

Desde la perspectiva geomorfológica se presenta, en general, estabilidad en los procesos morfodinámicos; sin embargo, aunque con muy poca frecuencia, recurrencia y magnitud, pueden presentarse derrumbes, vuelcos, deslizamientos o avalanchas en las zonas de mayores pendientes. Por su parte, los procesos erosivos que se presentan son escasos, por lo general de tipo laminar por causa del agua y el viento; presentan una gravedad baja y afectan menos de un 10 % del total del área ocupada por este tipo de unidad de cobertura.



Imagen representativa de la problemática



Tipo de vegetación

Se presentan como mosaicos de vegetación arbórea nativa multiestratificada (más de cinco estratos, con dos estratos arbóreos superior de 20 m a 25 m y el inferior con 15 m), en el paisaje se presenta como bosques secundarios continuos, fragmentos o bordes de bosque, y forman selvas higrofíticas o subhigrofíticas en piso térmico isomesotérmico sometido a nieblas frecuentes que tienden a aumentar la humedad ambiental y decrecer la evapotranspiración. Por lo general, es vegetación boscosa densa exuberante con nivel bajo a intermedio de intervención. Algunos árboles presentan tallos rectos, otros presentan varias ramificaciones o son tortuosos, y suelen presentar cicatrices de corte y tallos de regeneración de cepa o raíz, presentan abundantes epífitas, como quiches, bejucos y helechos, y algunas palmas en los estratos superiores y en el sotobosque. Géneros característicos: *Aiphanes*, *Alchornea*, *Albizia*, *Anthurium*, *Bocconia*, *Bomarea*, *Billia*, *Brunelia*, *Calliandra*, *Callophylum*, *Casearia*, *Cassia*, *Clussia*, *Cecropia*, *Ceroxylum*, *Cinchona*, *Croton*, *Cordia*, *Erythrina*, *Ficus*, *Hamelia*, *Hedyosmum*, *Heliocarpus*, *Huertea*, *Inga*, *Ladenbergia*, *Juglans*, *Macrolobium*, *Miconia*, *Montanoa*, *Myrcine*, *Nectandra*, *Ochroma*, *Oreopanax*, *Ocotea*, *Palicourea*, *Persea*, *Piper*, *Prumnopitis*, *Saurauia*, *Smallanthus*, *Solanum*, *Trema*, *Tibouchina*, *Verbesina*, *Vismia*, *Xantosoma*, y *Weinmania*.

Los bosques secundarios presentan poco grado de intervención, se localizan en las partes altas de las montañas, cimas y hombros, y se han conservado por lo escarpado del terreno y su difícil acceso; este es el caso del cañón del río Barbas. Esta unidad del paisaje ocupa cerca de 782 ha, lo que equivale al 29,41 % del DCS Barbas-Bremen, la mayoría son bosques hasta con más de 40 años de antigüedad con presencia de los 5 estratos (rasante o mucinal, arbustivo, subarbóreo, arbóreo inferior, y arbóreo superior); el estrato arbóreo superior o dosel tiene en promedio 25 m.

También se presentan como fragmentos de bosque, los cuales se caracterizan por ser áreas en distinto estado de conservación y de distinto tamaño, con un máximo de hasta de 20 ha. Ubicados en laderas y colinas, ocupan un 4,44 % del área total del distrito (unas 118 ha). La mayoría de los fragmentos de bosque no se encuentran cercados y es frecuente encontrar ganado pastoreando dentro de ellos; los estratos arbóreos en promedio no varían mucho respecto a los bosques extensos.

Los bordes de bosque son bordes abruptos entre los bosques y la matriz de pastizales. La altura de los estratos varía ampliamente, sin embargo, el dosel alcanza un promedio de 18 m en un rango de entre 12 y 15 m.



Las zonas de crecimiento secundario se caracterizan por haber sido rodales de pino o ciprés que fueron aprovechados alrededor de los 20 años de edad. La vegetación de estas zonas se caracteriza por haber empezado su desarrollo cuando ya se había establecido la plantación forestal. Dentro de dichas áreas se encuentran especies pertenecientes a familias que son comunes de sucesiones tempranas, de crecimiento rápido, y con ciclos de vida cortos tales como Asteráceas, Melastomatáceas, Solanáceas, Piperáceas, y Cecropiaceae. Así mismo, se encontrarán otras familias con abundantes especies como Euphorbiaceae, Lauraceae, y Rubiaceae. En las áreas de regeneración de siete a diez años el dosel es en su mayoría cerrado, con dos o tres estratos (algunos yarumos (*Cecropia telealba*) que sobresalen del dosel, arbustos, y hierbas), y árboles con altura promedio hasta de 6 m. El dosel en las zonas de crecimiento secundario de un año es abierto en su mayoría. Son áreas, por demás, enrastradas, con no más de dos estratos (arbustos y hierbas) de una altura promedio de 4 m. También es común la presencia de yarumos (*Cecropia telealba*), algunos en estados tempranos de crecimiento, y otros con una altura de hasta de 12 m. Es característica de las zonas la presencia de caminos, troncos, y tocones en descomposición.

Por lo general, las áreas de bosque secundario son las que presentan una mayor riqueza de familias arbóreas con muy pocas especies consideradas en alguna categoría de amenaza. Se pueden encontrar en esta unidad de cobertura cerca de 154 especies de árboles y 201 arbustos, en los bordes 104 especies de árboles y 159 especies de arbustos, y en los fragmentos 120 árboles y 163 arbustos respectivamente.

Especies de bosque secundario:

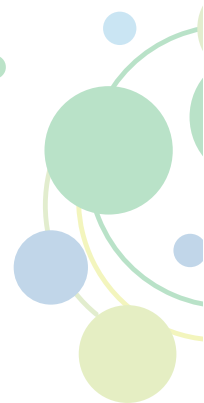
Árboles: *Cecropia telealba*, *Otoba lehmannii*, *Ocotea oblonga*, *Cyathea caracassana*, *Spirotheca rhodostyla*, *Perebea angustifolia*, *Chrysochlamis colombiana*, *Ficus killipii*, *Meriania sp.*, *Pouteria lúcumá*, *Magnolia gilbertoi*, *Wettinia kalbreyeri*, y *Chrysochlamis dependens*.

Arbustos: *Aphelandra lingua-bovis*, *Miconia acuminifera*, *Besleria solanoides*, *Besleria delvillari*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Calatola colombiana*, *Piper crassinervium*, *Acalypha diversifolia*, *Clarisia biflora*, y *Piper longispicum*.

Especies de fragmento:

Árboles: *Otoba lehmannii*, *Psychotria trichotoma*, *Ocotea oblonga*, *Symplocos quindiuensis*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Chrysochlamis colombiana*, *Wettinia kalbreyeri*, *Cordia hebeclada*, *Cecropia telealba*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Clarisia multiflora*, y *Henriettea trachyphylla*.

Arbustos: *Miconia acuminifera*, *Cestrum ochraceum*, *Stylogyne glomeriflora*, *Otoba lehmannii*, *Geissanthus bogotensis*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Chusquea latifolia*, *Aiphanes simplex*, *Clarisia biflora*, y *Psychotria saltatrix*.



Especies de borde:

Árboles: *Croton smithianus*, *Oreopanax floribundum*, *Vochysia duquei*, *Tibouchina lepidota*, *Symplocos quindiuensis*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Hyeronima scabrida*, *Croton mutisianus*, *Alchornea coelophylla*, y *Vismia guianensis*.

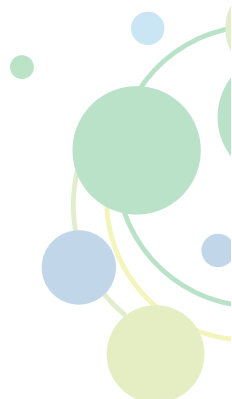
Arbustos: *Rubus guianensis*, *Miconia lehmannii*, *Palicourea angustifolia*, *Piper lacunosum*, *Besleria delvillari*, *Miconia acuminifera*, *Chusquea latifolia*, *Lepidaploa canescens*, *Besleria solanoides*, y *Acalypha diversifolia*.

Este tipo de área disturbada presenta áreas en distinto estado de sucesión, presentando en los bordes vegetación de tipo pionero, y al interior pioneras tardías e intermedias. En algunos sectores se presenta como vegetación pluriestratificada con dosel alto y cerrado, mientras que en otros se presenta con pocos estratos, tallos muy densos y delgados, y dosel bajo y con claros. Se caracteriza por la poca o nula presencia de árboles de maderas finas o especies en categoría de amenaza. En muchos de los bordes y áreas con mayor influencia antrópica suelen aparecer algunos focos de invasión mixtos o raramente puros de *Pteridium aquilinum*, *Cenchrus clandestinus*, y *Cynodon nlemfuensis*, y en las zonas con mayor acumulación de agua de *Hedychium coronarium*. Por lo general, son invasiones con un moderado estado de invasión. Así mismo, en el sotobosque de las áreas en regeneración con menos de quince años suelen aparecer en el sotobosque individuos de especies con comportamiento invasor, ruderales, o arvenses como varias especies del género *Cyperus*, *Bidens*, *Ipatisens*, *Sanicula*, *Poligonum*, *Desmodium*, *Sida*, *Phyllanthus* y pasto como *Leersia hexandra*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon*, *C. nlemfuensis*, *Echinochloa polystacha*, *Melinis* sp., *Andropogon* sp., y *Cenchrus clandestinus*. También suelen encontrarse pequeños grupos o árboles solitarios de algunas especies forestales como *Pinus patula* y *Cupressus lusitánica*.

La estructura de los bosques secundarios y fragmentos puede resumirse así: presenta un estrato arbustivo con una altura promedio de 4,5 a 5 m donde se encuentran especies como *Miconia acuminifera*, *Aphelandra lingua-bovis*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Chamaedorea linearis*, *Picramnia corallodendron*, y *Faramea cestroides*. En este estrato se encuentran también muchos juveniles de árboles; luego presentan un estrato arbóreo inferior, con una altura promedio de entre 12 a 15 m, caracterizada por la presencia de especies como *Chrysochlamis colombiana*, *Chrysochlamis dependens*, *Palicourea ovalis*, *Alchornea grandiflora*, *Cyathea caracasana*, *Nephelea* sp., y *Magnolia gilbertoi*; y, posteriormente, un estrato arbóreo superior con una altura promedio de 25 m sin especies claramente emergentes en este estrato; son característicos también *Otoba lehmannii*, *Callophyllum brasiliense*, *Eschweilera antioquiensis*, *Matisia bolivarii*, y *Cedrela montana*.



Los bordes de bosque y fragmento presentan tres estratos: un estrato arbustivo con una altura promedio de 1,5 a 2 m, caracterizado por presentar especies como *Austroeupatorium inualefolium*, *Rubus guianensis*, *Miconia lehmannii*, *Palicourea angustifolia*, y *Lepidaploa canescens*; un estrato arbóreo inferior con una altura promedio de 8 m donde se encuentran especies como *Oreopanax floribundum*, *Vismia guianensis*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Palicourea angustifolia*, y *Piper crassinervium*; y, finalmente, un estrato arbóreo superior caracterizado por *Alchornea coelophylla*, *Alchornea glandulosa*, *Vochysia duquei*, *Croton mutisianus*, *Croton smithianus*, y *Saurauia cuatracasana*.



Descripción del disturbio

En la actualidad, debido en la figura de conservación del DCS Barbas-Bremen, es muy probable que este tipo de disturbio no esté ocurriendo, sin embargo, en el pasado se pudo haber presentado de la siguiente manera:

La tala es el proceso de extracción de elementos leñosos de los bosques para la satisfacción de las necesidades humanas. Su uso excesivo y sin gestión durante principios y mediados del siglo XIX fue un factor que impulsó la degradación de este ecosistema reduciendo su extensión, estructura, composición, y funcionamiento. La tala es un disturbio de origen antrópico y tuvo una gran magnitud en el DCS Barbas-Bremen. En las zonas de tala raza tuvo una alta frecuencia y baja recurrencia, y en las áreas de tala selectiva una frecuencia y recurrencia moderada. Las causas principales de este disturbio fueron: obtención de combustible en forma de leña o carbón para uso doméstico o para su comercialización; extracción de madera para la construcción; ampliación de zonas aptas para la agricultura, la ganadería y el establecimiento de plantaciones forestales industriales; y construcción de obras civiles como caminos, vías, tendidos de redes eléctricas, acueductos, y alcantarillados.

Estas causas son resultado de la necesidad humana de obtención de materias primas, energía, áreas productivas y hábitat, entre otras, y están estrechamente relacionadas con las políticas de gestión del territorio.

En estos lugares ocurrieron los siguientes tipos de tala: la tala selectiva, en la que se cortaron y extrajeron de manera selectiva un grupo de especies o individuos leñosos por su calidad en la madera (dendroenergética o como materia prima) o por el tamaño del fuste; la tala rasa, en donde se cortaron y extrajeron todos los individuos leñosos de una parcela determinada; y la tumba, desbroce y quema, donde se cortan todos los individuos leñosos y no leñosos de una parcela, y se extraen y se queman las estructuras remanentes, así como la hojarasca.

Como se ha mencionado, actualmente en el DCS Bremen-Barbas la tala es un disturbio que se ha detenido en su mayor proporción, sin embargo, aún ocurre en algunos lugares. La deforestación y la degradación del bosque tienen efectos que persisten en el tiempo, pues han generado los mosaicos de fragmentos de bosque de diferentes tamaños, y estados de conservación que actualmente ocurren. En líneas generales, la deforestación y la degradación de los bosques conlleva a una reducción de la calidad y la cantidad de cobertura vegetal arbórea, así como a drásticas modificaciones en la estructura del bosque, pérdida de redes tróficas, reducción en la riqueza de especies, alteración de la estructura del paisaje, entre otras consecuencias. Sin embargo, los compartimentos del bosque (flora, fauna, suelo, clima y población humana) muestran una respuesta diferencial a este fenómeno dependiendo del tipo de tala, su frecuencia y magnitud. En la mayoría de los casos se pueden encontrar efectos positivos y negativos. A continuación se muestran las principales consecuencias por tipo de tala en cada compartimento del sistema.

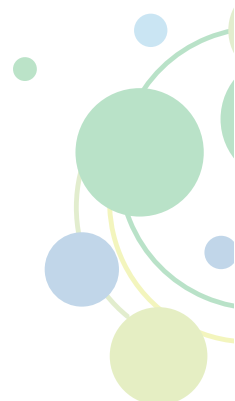


Tala selectiva: desde el punto de vista ecológico la tala selectiva está directamente relacionada con la degradación forestal del bosque y sus cambios son poco evidentes relativamente, incluso si la tala es moderada podría relacionarse con la dinámica de claros de los bosques por caída de árboles viejos. La vegetación es afectada por la pérdida de biomasa y por el aumento de la incidencia de la radiación al interior del bosque. Este aumento permite que los árboles cuyo crecimiento se ha detenido por falta de luz, tengan acceso a este recurso. De la misma manera, el exceso de energía activa la germinación de muchas semillas que han estado en latencia durante algún tiempo en el banco de semillas, y facilita el desarrollo de especies pioneras herbáceas y leñosas. Esto puede favorecer el aumento poblacional de aquellas especies de fauna que dependen de estas especies, así como de organismos generalistas que son capaces de vivir en hábitats abiertos.

Entre los efectos negativos sobre la vegetación podemos encontrar los siguientes: las plantas umbrófilas son afectadas por la luz solar y pueden llegar a marchitarse o a detener su desarrollo; la pérdida de biomasa limita la productividad primaria; las poblaciones vegetales de los individuos extraídos (especies de maderas finas y las especies asociadas a estas) se reducen, con consecuencias negativas en su reproducción y en su diversidad genética; y facilitan el ingreso de plantas invasoras.

Por otro lado, el compartimento fauna se ve afectado por la reducción de hábitats para las especies que utilizan directa o indirectamente los organismos extraídos, ya que afecta la dinámica fuente-sumidero. Esto trae como consecuencia la reducción del tamaño de las poblaciones y de su éxito reproductivo (Foley *et al.*, 2005). Finalmente, también se ve afectado el microclima, puesto que los claros en las áreas taladas presentan una mayor radiación, convirtiéndose en lugares más cálidos y menos húmedos que las áreas boscosas adyacentes (Foley *et al.*, 2005). Los efectos anteriormente descritos se vuelven más severos si la magnitud o la frecuencia de los disturbios aumenta (caída de árboles o tala), perdiendo total o parcialmente los ecosistemas sus atributos estructurales y funcionales (Picket y White, 1985 y Margalef, 1992).

Tala rasa, desbroce y quema: este tipo de tala, además de la extracción forestal, pretende también generar cambio en el tipo de uso de suelo, precediendo al establecimiento de cultivos, potreros para ganadería, construcción de infraestructura para la industria, comercio o urbanismo; esto genera, a la vez, nuevos factores de degradación en el ecosistema. Los efectos de este tipo de tala se evidencian clara y rápidamente a nivel estructural y funcional en todos los compartimentos del ecosistema, así como a escala del paisaje y socioeconómicamente.



Entre los efectos estructurales se destacan: reducción o pérdida de biodiversidad, pérdida de horizontes y composición fisicoquímica del suelo, invasión de especies exóticas, y modificación de la estratificación vertical del bosque. Todos estos efectos implican, en definitiva, una simplificación del ecosistema. A escala funcional se modifican las relaciones ecológicas entre los componentes del ecosistema, disminuye la cantidad de biomasa y la producción primaria, hechos que implican, a la vez, cambios en los ciclos biogeoquímicos. La pérdida de estructura y funcionalidad del ecosistema provocan también una pérdida de resiliencia y una modificación de las condiciones climáticas regionales

A escala de paisaje se destacan como efectos derivados de la tala rasa, desbroce y quema, la fragmentación de las masas forestales y, por lo tanto, del paisaje asociado, un aumento del efecto borde, y una pérdida de conectividad entre componentes del sistema. Por último, a nivel socioeconómico, deriva en una pérdida de bienes y servicios ecosistémicos, limitando las posibilidades de supervivencia y desarrollo para las comunidades locales, incrementando la pobreza y la pérdida de identidad cultural asociada a las relaciones espirituales con el bosque, o de la provisión de otros servicios del bosque como materia prima para artesanías (semillas y bejuco tripa de perro). Se observa que estos efectos producen, a corto plazo, una transformación en el modo de vida de las comunidades.

Factores de degradación

Factores limitantes

- Ausencia o poca disponibilidad de nutrientes, producto del lavado del suelo desprovisto de vegetación.
- Cambios fuertes de las temperaturas y altas tasas de radiación y evapotranspiración, producto de la radiación solar directa sobre las plantas y el terreno.
- Poca o nula disponibilidad de hábitat para la fauna, para especies raras, en alguna categoría de amenaza, especies especialistas, o de bosque maduro.

Factores tensionantes

- La lluvia que golpea directamente sobre la superficie del suelo y que produce erosión.
- El viento que puede afectar el establecimiento de semillas o plántulas que arriben.
- El viento que puede derrumbar árboles y generar claros más grandes.
- Dispersión de semillas de especies invasoras, arvenses, o ruderales de áreas vecinas.
- Periodos extensos de sequía que afectan el reclutamiento y desarrollo de ciertas especies.



-
- Poca o nula posibilidad de dispersión de propágulos de especies en alguna categoría de amenaza, como árboles de madera fina y especies de bosque maduro.
 - Poca o nula disponibilidad de nichos para el reclutamiento y desarrollo de especies en alguna categoría de amenaza, especies umbrófilas, de madera fina, o de bosque maduro.
 - Ausencia, pérdida y poca disponibilidad de hábitat para hongos y micorrizas.
 - Pérdida de retención hídrica del suelo.
 - Presencia de especies invasoras como *Pteridium aquilinum*, *Thunbergia alata*, *Cenchrus clandestinus*, *Cynodon nlemfuensis*, *Hedychium*, *Pinus patula*, *Fraxinus chinensis*, y *Cupressus lusitánica*.
 - Contaminación por residuos sólidos.
 - Agroquímicos traídos por el viento o por escorrentía que afectan el establecimiento y desarrollo de las especies.
 - Turismo no regulado afecta por ruido, pisoteo, residuos sólidos, fogatas y fuegos no controlados, ingreso de propágulos de especies no deseadas, entre otras.
 - Ingreso de ganado que ramonea, pisotea y daña la vegetación, compactando y erosionando el suelo.
-

Factores que favorecen la restauración ecológica

- Legislación que protege el DCS Barbas-Bremen, presencia de dos autoridades ambientales (Carter y CRQ), planes de manejo, y presencia institucional regional administrativa, política y social.
- Alta conciencia social ambiental.
- Presencia de relictos de bosque maduro con individuos adultos y juveniles y, en algunos casos, pequeñas poblaciones de las especies maderables y en categoría de amenaza.
- Presencia de algunos corredores y relictos de bosque conectados por las cañadas con relictos de bosque maduro.
- Tráfico de dispersores y propágulos concentrado en cañadas, quebradas de fragmentos, y a través de hondonadas.
- Presencia de algunos viveros y posibilidad de establecer nuevos viveros para la propagación y conservación *in situ* de estas especies.
- Comunidad social y científica con conocimiento de propagación y establecimiento en campo de estas especies.
- Sensibilidad tradicional frente a la conservación y al recurso agua.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
-----------------------	--------------------	--------------------------

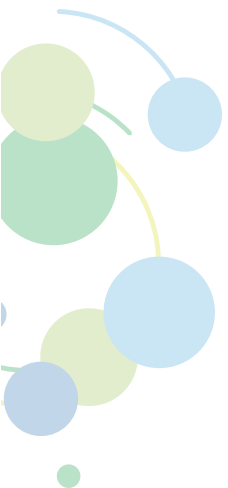
Muy grave = 4

Regular = 3

Urgente = 3

Valoración total del problema. Importancia

Problema importante: (4+3+3=10)



Problemas asociados

- Desconexión estructural y composicional del DCS Barbas-Bremen.
- Pérdida de biodiversidad.
- Invasión de especies exóticas.
- Pérdida de oportunidad turística.
- Pérdida en la oferta de bienes y servicios ecosistémicos.

Líneas de acción

Restauración ecológica propiamente dicha.

Revegetación con fines de reintroducción de especies en categorías de amenaza, especies umbrófilas, especies de manera fina y de bosque maduro.

Establecer revegetación con fines de recubrimiento y ampliación de la vegetación en cuerpos de agua, ampliación de bordes de bosque, y conexión entre fragmentos de bosque.

Establecimiento de una red de viveros de especies de interés para el repoblamiento forestal y conservación *in situ*.

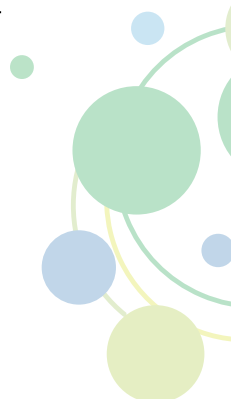
Intercambio de plántulas y semillas entre viveros del DCS Barbas-Bremen y otras áreas de bosque subandino como las de la cuenca del río Otún, río Quindío, río la Vieja, y río Consotá.

Erradicación de especies invasoras.

Regulación del turismo.

Control del ingreso de ganado mediante negociación con los propietarios, establecimiento de sistemas silvopastoriles y, en algunos casos, establecimiento de cercas vivas.

Desarrollo de jornadas de prevención, vigilancia y control para prevenir el turismo no regulado, la extracción de flora y fauna, y el ingreso de ganado.



Proporcionar a las comunidades alternativas económicas viables que contemplen el uso y producción de bienes y servicios no forestales. Estas medidas pueden estar gestionadas mediante la formación de empresas y cooperativas campesinas de producción y comercialización de frutos, hongos silvestres, mermeladas, miel, semillas, y bejucos para artesanías, ecoturismo, y producción de plantas nativas en viveros. Adicionalmente, la producción en vivero complementaría las actuaciones dirigidas a mejorar los tamaños poblacionales de las especies maderables y de bosque, pues podría contemplar un plan de conservación *in situ* de semillas y plántulas, que después se puedan utilizar durante el plan de refuerzo y reintroducción de la población.

Generar un programa de incentivos económicos por la conservación o restauración del ecosistema, por ejemplo, pago por servicios ambientales.

Ampliar el área del DCS Barbas-Bremen para incluir otros fragmentos de bosque.

Poner en marcha los planes de manejo del DCS Barbas-Bremen.

Actuaciones específicas dirigidas a las poblaciones de flora o fauna en alguna categoría de amenaza o especies típicas de bosque maduro

Recolección de germoplasma para su almacenamiento y producción *in situ* en vivero.

Reforzar las poblaciones de las especies en alguna categoría de amenaza o de bosque maduro mediante la siembra directa de semillas y la plantación de brinzales y latinzales, en las unidades de paisaje identificadas como bosques secundarios o relictos de bosque en estados avanzados de sucesión. Esta actividad deberá realizarse con mayor énfasis en las zonas de crecimiento secundario de la Reserva Forestal Bremen y los cañones de los ríos Barbas y Cestilla, así como en los relictos boscosos más grandes y por encima de los 1900 metros de altitud.

Generar un plan de reintroducción de las poblaciones de flora en categoría de amenaza y de bosque maduro en aquellos lugares por encima de los 1900 m, nacimientos, márgenes de quebradas (hasta 30 m), zonas de crecimiento secundario de la Reserva Forestal Bremen, y los cañones de los ríos Barbas y Cestilla, así como en los relictos boscosos más grandes y por encima de los 1900 metros de altitud.

Generar un plan de revegetación para promover la conectividad entre los fragmentos de bosque, utilizando elementos longitudinales del paisaje como ríos, drenajes, cercas, y linderos entre fincas. La estrategia contemplaría la plantación de árboles y arbustos de interés ecológico y económico en estos lugares, así como el establecimiento de especies pioneras intermedias y tardías en las áreas desprovistas de vegetación, en las áreas de matorrales y arbustales, pioneras tardías, y especies de bosque maduro.

Mantener un seguimiento continuo sobre la evolución demográfica de la población de especies maderables o en categoría de amenaza. Se deberán tomar datos de la estructura poblacional y modelar su dinámica antes de ejecutar el plan de restitución, y validar los modelos por lo menos cada cinco años, utilizando el mismo método de muestreo y análisis de datos. Identificar en cada caso el tamaño de la población, los límites de la viabilidad poblacional, las etapas o clases de edad más vulnerables, las tasas de reclutamiento, y las tasas de transición entre clases de edad.

Monitorear la regeneración natural y la sucesión en las zonas donde se haga algún tipo de actuación, utilizando una metodología sintética, replicable, y comparable.

Monitorear el efecto de las actuaciones, teniendo en cuenta un método de muestreo y análisis sintético, replicable, y comparable.

Valorar el estado de crecimiento, fenológico, y fitosanitario de las especies sembradas o plantadas.

Valorar la posición de la comunidad social frente a las actuaciones.

Valorar la evolución socioeconómica de las empresas y cooperativas campesinas.

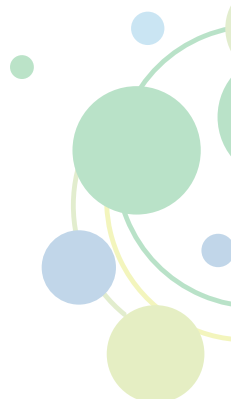


Foto representativa del tipo de área disturbada



2. Fragmentos de bosque y bosques de quebradas afectados por tala

Descripción

Son áreas de poca extensión aisladas o ligeramente conectadas a otros relictos de bosque de distintos tamaños y estado de sucesión, se ubican en las colinas, vegas, pies de las montañas, laderas, hombros, y cimas en el sector norte de la Reserva Forestal Bremen, y en las laderas, cimas, y hombros en terrenos con una altitud entre 1700 y 1950 m de altitud, correspondientes a las cuencas medias y bajas de las quebradas Membrillal, Portachuelo, Roble, y Cruces. En algunos casos estos lugares fueron áreas afectados en el pasado (en el siglo XX y de principios a mediados del siglo XIX) por la extracción selectiva árboles de maderas finas, y, en su mayoría, afectados por tala para el establecimiento de pasturas, áreas de cultivo, y plantaciones forestales. Estos lugares no tienen uso directo aunque sus alrededores son utilizados de manera productiva. En ciertos casos quedan algunas de estas áreas abandonadas por la baja rentabilidad y luego de su recuperación pueden volver a ser taladas y utilizadas. En otros casos se siguen utilizando para proveer leña, madera, o como complemento de las áreas de pastoreo. En estos lugares, posterior a su abandono, se puede iniciar de manera espontánea un proceso de sucesión que sea alimentado por los propágulos de las áreas naturales en mejor estado de conservación y también por especies con potencial invasor. Por lo general, son fragmentos pequeños y medianos rodeados por plantaciones forestales, pastizales, y cultivos de aguacate, café, o de pan coger.

De acuerdo a la leyenda de coberturas de la tierra mediante metodología *Corine Land Cover* a escala 1:100.00 adaptada para Colombia (CLCC), la cobertura de bosques fragmentados corresponde a los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas. A tal escala se identifican 4 polígonos que suman 82 ha, es decir, cerca del 1 % del área del distrito; no obstante, en una vista más detallada con imágenes o mapas de mayor resolución se puede observar una mayor cantidad de fragmentos, muchos de los cuales corresponden a bosques riparios interrumpidos por las coberturas preponderantes en la zona como pastos, cultivos, y plantaciones forestales.

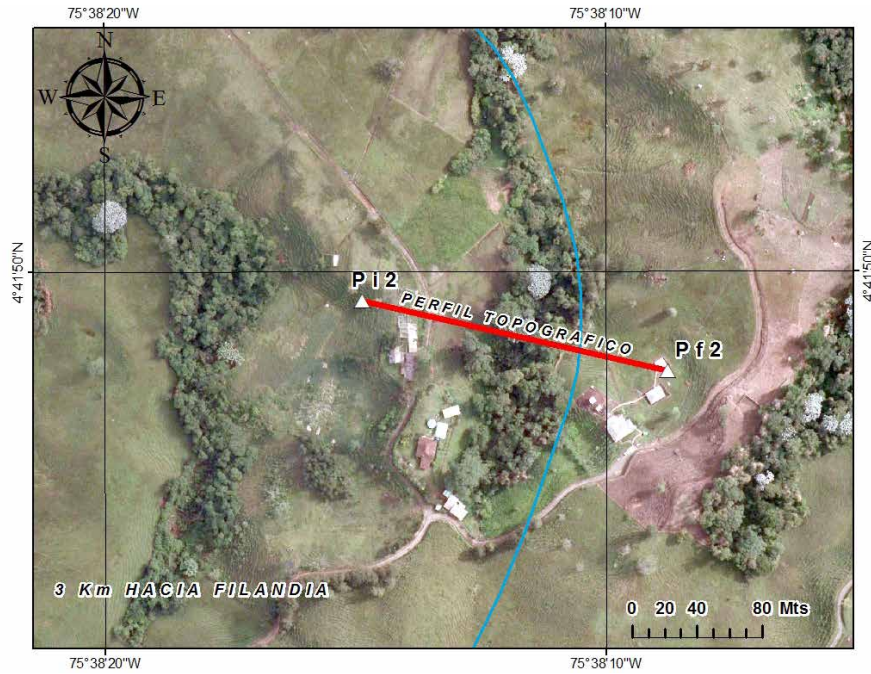
Debido a que este tipo de cobertura se encuentra en todo tipo de drenajes, el rango altitudinal es bastante amplio; sin embargo, la mayor intensidad se da en una franja intermedia que se encuentra entre 1800 y 2100 m s. n. m.

Localización

Algunos sitios donde se observa este tipo de área disturbada son:

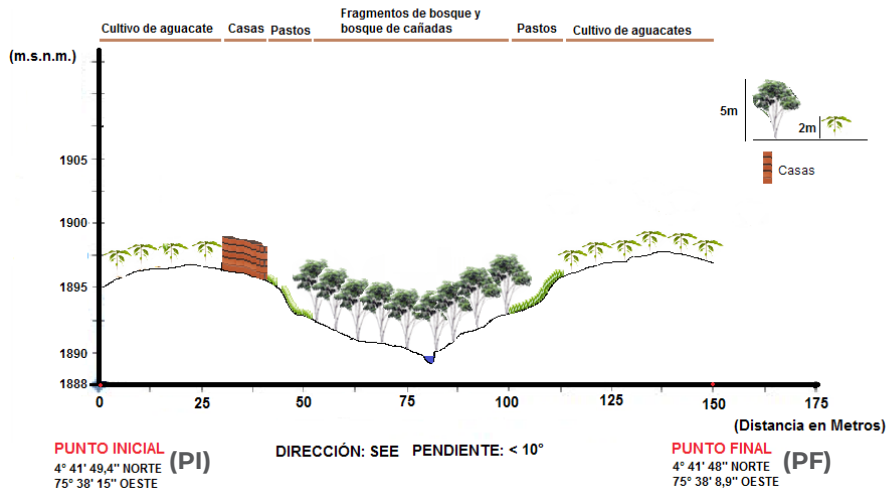
4°41'32.90"N, 75°37'57.38"O; 4°41'24.53"N 75°39'56.66"O; 4°41'27.79"N 75°39'11.94"O.

Mapa



Perfil topográfico y vegetación

ZONA 2



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Este tipo de disturbio enmarcado en la cobertura de bosques riparios fragmentados se establece sobre las zonas cóncavas de las laderas y las faldas de las colinas donde la disección de las corrientes de agua ha permitido el desarrollo de vegas asociadas a ríos o quebradas. Los valles son estrechos en las zonas de mayores pendientes y se ensanchan sobre las menores pendientes en donde se encuentran los ríos de mayor caudal que son, así mismo, las zonas más bajas. Los bosques riparios son más o menos amplios de acuerdo al tamaño del valle pero la fragmentación se da con mayor intensidad en los bosques menos amplios.

El sustrato suele ser suelo orgánico, cubierto en algunos sectores por mantillo y hojarasca. Los suelos suelen ser arcillosos francos, pesados, y profundos. Desde el punto de vista geomorfológico los procesos morfodinámicos son más o menos estables, en algunos lugares se pueden presentar derrumbes por la acción erosiva de los ríos que causa socavamiento sobre las orillas de los cauces, desestabilizando las laderas; también se pueden presentar avenidas torrenciales. Por su parte, los procesos erosivos que se presentan además de la erosión fluvial ya mencionada, son escasos.

Imagen representativa de la problemática



Tipo de vegetación

Se presenta como mosaicos de vegetación arbórea nativa poco estratificada, entre 3 y 4 estratos con 20 o 15 m de altura; en el paisaje se presenta como bosques secundarios fragmentados con distinto estado de sucesión y más o menos abiertos, con vegetación arbustiva densa exuberante, con nivel moderado de intervención, bordes irregulares y angulares muy abruptos, y tamaños de hasta de 15 ha. Presenta algunos árboles con tallos rectos y otros que presentan varias ramificaciones o son tortuosos y suelen presentar cicatrices de corte y tallos de regeneración de cepa o raíz. Se presentan muy pocas palmas, o ninguna, en los estratos superiores y muy pocas en el sotobosque. Ocupan un 4.44 % del área total del distrito (unas 118 ha). La mayoría de los fragmentos de bosque no se encuentran cercados y es frecuente encontrar ganado pastoreando dentro de ellos.

Especies de fragmento:

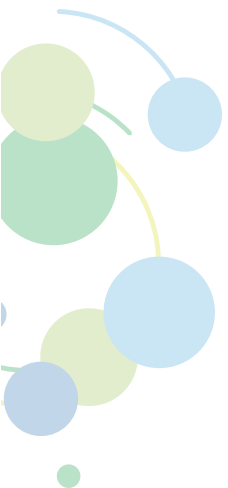
Árboles: *Otoba lehmannii*, *Psychotria trichotoma*, *Ocotea oblonga*, *Symplocos quindiuensis*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Chrysochlamis colombiana*, *Wettinia kalbreyeri*, *Cordia hebeclada*, *Cecropia telealba*, *Myrcianthes sp.*, *Clarisia biflora*, y *Henriettea trachyphylla*

Arbustos: *Miconia acuminifera*, *Cestrum ochraceum*, *Stylogyne glomeriflora*, *Otoba lehmannii*, *Geissanthus bogotensis*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Chusquea latifolia*, *Aiphanes simplex*, *Clarisia biflora*, y *Psychotria saltatrix*.

Especies de borde:

Árboles: *Croton smithianus*, *Oreopanax floribundum*, *Vochysia duquei*, *Tibouchina lepidota*, *Symplocos quindiuensis*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Hyeronima scabrida*, *Croton mutisianus*, *Alchornea coelophylla*, y *Vismia guianensis*.

Arbustos: *Rubus guianensis*, *Miconia lehmannii*, *Palicourea angustifolia*, *Piper lacunosum*, *Besleria delvillari*, *Miconia acuminifera*, *Chusquea latifolia*, *Lepidaploa canescens*, *Besleria solanoides*, y *Acalypha diversifolia*.



Este tipo de área disturbada presenta áreas en distinto estado de sucesión: en los bordes vegetación de tipo pionero inicial, al interior pioneras intermedias, algunas tardías, y pocas de bosque maduro. Se caracteriza también por la ausencia de árboles de maderas finas o especies en categoría de amenaza; así mismo, hay áreas en el borde e interior con focos mixtos y puros de *Pteridium aquilinum*, *Cenchrus clandestinus*, y *Cynodon nlemfuensis*, y en las zonas con mayor acumulación de agua de *Hedychium coronarium*. Por lo general son invasiones con un moderado estado de invasión. Así mismo, en el sotobosque de las áreas en regeneración con menos de quince años suele aparecer vegetación de comportamiento invasor, ruderales, o arvenses como varias especies del género *Cyperus*, *Bidens*, *Ipatiens*, *Sanicula*, *Poligonum*, *Desmodium*, *Sida*, y *Phyllanthus* y pasto como *Leersia hexandra*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon*, *C. nlemfuensis*, *Echinochloa polystacha*, *Melinis* sp., *Andropogon* sp., y *Cenchrus clandestinus*. También suelen encontrarse pequeños grupos o árboles solitarios de algunas especies forestales como *Pinus patula* y *Cupressus lusitánica*.

La estructura de estos fragmentos, por lo general, de tres estratos: un estrato arbustivo con una altura promedio de 1,5 a 2 m, caracterizado por presentar especies como *Austroeupatorium inualefolium*, *Rubus guianensis*, *Miconia lehmannii*, *Palicourea angustifolia*, y *Lepidaploa canescens*; un estrato arbóreo inferior con una altura promedio de 8 m donde se encuentran especies como *Oreopanax floribundum*, *Vismia guianensis*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Palicourea angustifolia*, y *Piper crassinervium*; y un estrato arbóreo superior caracterizado por *Alchornea coelophylla*, *Alchornea glandulosa*, *Vochysia duquei*, *Croton mutisianus*, *Croton smithianus*, y *Saurauia cuatracasana*.

Por su parte, los relictos de bosque sobre las cañadas pueden ocupar cerca de 203 ha. La mayoría de estos relictos no se encuentran cercados y el acceso por parte del ganado es frecuente, algunos presentan sotobosques deteriorados principalmente por pisoteo. Son áreas utilizadas como bebedero y proveen sombra a los animales de los potreros, con alturas promedio de dosel de 18 a 20 m. En las cañadas pueden encontrarse cerca de 118 especies de árboles y 152 especies de arbustos. Algunas especies representativas son: *Tibouchina lepidota*, *Symplocos quindiuensis*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Cecropia telealba*, *Cyathea caracassana*, *Ficus killipii*, *Hyeronima scabrida*, *Nephelea* sp., *Vismia guianensis*, *Chrysochlamis colombiana*, *Wettinia kalbreyeri*, *Croton magdalenensis*, y *Ladenbergia oblongifolia*. Entre los arbustos se destacan las siguientes especies: *Pseuderanthemum dawei*, *Miconia acuminifera*, *Hoffmannia sprucei*, *Besleria solanoides*, *Acalypha diversifolia*, *Chusquea latifolia*, *Piper crassinervium*, *Piper artantae*, *Piper longispicum*, y *Besleria delvillari*.

Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

Es similar al tipo de área disturbada 1: bosques de crecimiento secundario, bordes de bosque, y fragmentos afectados por tala raza y selectiva.

Factores de degradación

Comparte los factores de degradación que el área disturbada 1 y las áreas afectadas por ganadería.

Factores que favorecen la restauración ecológica

Comparte los factores del área disturbada 1 y las áreas afectadas por ganadería.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
Muy grave = 4	Negativa = 4	Muy Urgente = 4

Valoración total del problema. Importancia

Problema muy importante: $(4+4+4=12)$

Problemas asociados

Comparte los problemas de las áreas afectadas por ganadería y el área disturbada 1.

Líneas de acción

Restauración ecológica propiamente dicha en los fragmentos, bordes, y terrenos entre fragmentos a conectar.

Rehabilitación ecológica en las zonas productivas.

Revegetación con fines de reforestación, conexión y ampliación del tamaño de los fragmentos.

Establecer revegetación con fines de recubrimiento y ampliación de la vegetación en cuerpos de agua, ampliación de bordes de bosque, y conexión entre fragmentos de bosque.

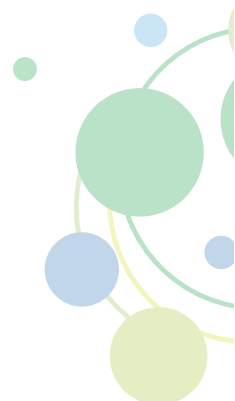
Comparte las acciones para las áreas afectadas por pasturas y tala. Se utilizan algunas especies de bosque maduro y especies pioneras tardías e intermedias. En las áreas que colindan con los sistemas productivos se utilizan cercas y especies con interés para la finca.



Técnicas por compartimento del ecosistema

Comparte las técnicas para las áreas afectadas por ganadería y tala.

Foto representativa del tipo de área disturbada



3. Arbustales y matorrales nativos en laderas

Descripción

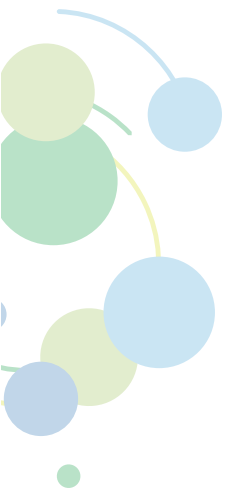
Son áreas de crecimiento secundario que se desarrollan sobre zonas con pocos intereses productivos con un tiempo de abandono que va desde 6 meses hasta 7 años aproximadamente, cuentan con distinto tamaño, y bordes abruptos y angulares. Se presenta vegetación de tipo arbustivo y matorral, con múltiples tallos, densos y tortuosos. Presenta doseles arbustivos y subarbóreos abiertos y discontinuos que no superan los 5 m de altura, su estratificación no está muy definida y puede presentar algunos árboles pioneros intermedios y tardíos emergentes. En algunos casos pueden ser matorrales más bajos y densos o abiertos, con presencia de algunos parches de vegetación herbácea ruderal, arvense o invasora, y pocos árboles muy dispersos de especies pioneras intermedias. Suelen estar rodeados de áreas productivas como pasturas o presentarse en el borde de bosques secundarios, fragmentos, o cañadas. Muchas de estas áreas presentan cierta dominancia de especies con carácter invasor. En algunos casos son áreas de barbecho en lugares productivos que se vuelven a integrar al sistema. Son áreas ubicadas entre los 1750 y 2200 m de altitud.

Este tipo de cobertura no se ve reflejada directamente en la cartografía existente, la que presenta una mayor proximidad en la cartografía *Corine Land Cover* a escala 1:100.000 adaptada para Colombia, es la cobertura de vegetación secundaria o en transición, donde del desarrollo sucesional da lugar a arbustales y matorrales. Su área es de 952 ha, es decir, cerca del 10 % del distrito, y se puede encontrar desde las partes altas hasta las bajas de las laderas dentro de un rango altitudinal de entre 1650 y 2100 m s. n. m., aproximadamente.

Localización

Zona productiva

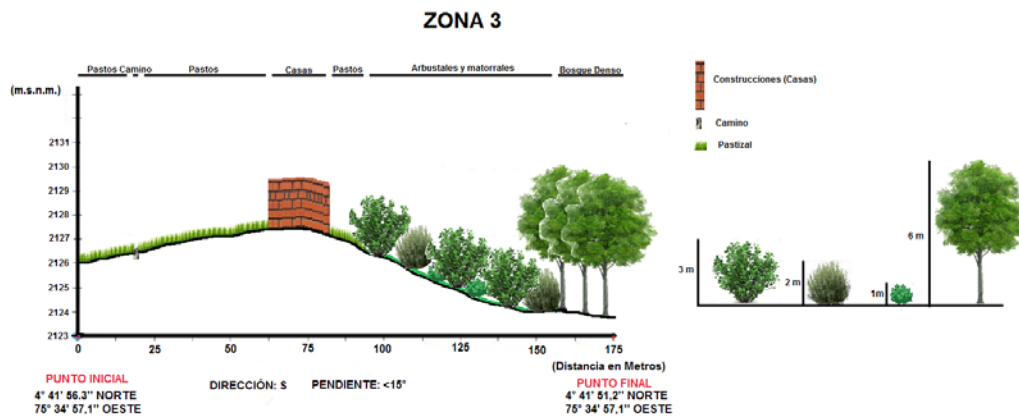
4°40'49.76"N 75°38'13.44"O; 4°41'56.27"N 75°39'4.52"O; 4°42'52.23"N 75°40'19.92"O.



Mapa



Perfil topográfico y vegetación



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Este tipo de disturbio se encuentra en áreas con relieve desde plano a colinado, la pendiente es irregular, recta y moderada, el sustrato es orgánico, poca hojarasca y mantillo, el suelo está muy intervenido y el horizonte orgánico muy delgado. Los procesos geomorfológicos que se presentan son deslizamientos de baja a moderada gravedad que afectan un área inferior al 25 % de este tipo de cobertura. Los suelos son pesados, con drenaje moderado a lento. Suelen presentarse procesos erosivos de tipo laminar y regueros de gravedad baja a moderada, afectando un área igual o inferior al 25 %

Imagen representativa de la problemática



Tipo de vegetación

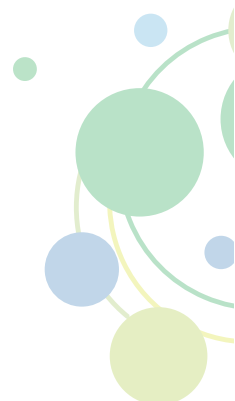
La vegetación es de tipo arbustiva y herbácea, compuesta principalmente por especies pioneras y pioneras intermedias que se mezclan con vegetación arvense, ruderal e invasora. Son formaciones vegetales de transición y presentan una mezcla de vegetación arbórea, arbustiva, y herbácea. Presentan alta densidad de tallos y con morfotipos mezclados, sin una estratificación clara. En algunos casos, suelen asociarse a ciertos tipos de ambientes de vegetación de composición distintiva y recurrente, que pueden distinguirse como tipos de vegetación arbustiva o rastrojos que permanecen un razonable periodo. En las áreas de regeneración con diez a siete años el dosel es, en su mayoría, cerrado, con dos estratos; algunos yarumos niguitos, camargos, y arbolocos (*Cecropia telealba*) sobresalen del dosel con altura promedio hasta de 4 m, arbustos y hierbas. El dosel en las zonas de crecimiento secundario de cinco a un año es abierto en su mayoría. Son áreas, por demás, en rastrojadas, con no más de dos estratos (arbustos y hierbas) de una altura promedio de 4 m. También es común la presencia de yarumos (*Cecropia telealba*), algunos en estados tempranos de crecimiento, otros con una altura de hasta 6 m. Es característica de las zonas la presencia de caminos, troncos, y tocones en descomposición. Los arbustos tienen una altura promedio de 1,5 a 4 m. Está caracterizado por presentar especies como *Austro eupatorium inualefolium*,

Rubus guianensis, *Miconia lehmannii*, *Miconia acuminifera* *Palicourea angustifolia*, *Lepidaploa canescens*, *Aphelandra lengua-bovis*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Chamaedorea linearis*, *Picramnia corallodendron*, y *Faramea cestroides*. En este estrato se encuentran también muchos juveniles de árboles de especies pioneras intermedias y tardías.

Suele presentar cierta dominancia de especies ruderales o arvenses como especies del género *Cyperus*, *Bidens*, *Ipatiens*, *Sanicula*, *Poligonum*, *Desmodium*, *Sida*, *Phyllanthus* y pastos como *Leersia hexandra*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon*, *C. nlenfuensis*, *Echinochloa polystacha*, *Melinis* sp., *Andropogon* sp., y *Cenchrus clandestinus*. También suelen encontrarse pequeños grupos o árboles solitarios de algunas especies forestales como *Pinus patula* y *Cupressus lusitánica*.

Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

Son áreas afectadas por tala raza, el establecimiento de pasturas y la invasión de especies exóticas. En ese sentido comparten la descripción del disturbio de las otras fichas.



Magnitud del problema

Muy grave = 4

Evolución esperada

Negativa = 4

Urgencia de intervención

Urgente = 3

Valoración total del problema. Importancia

Problema importante: (4+4+3=11)

Foto representativa del tipo de área disturbada



4. Pasturas en laderas y colinas

Descripción

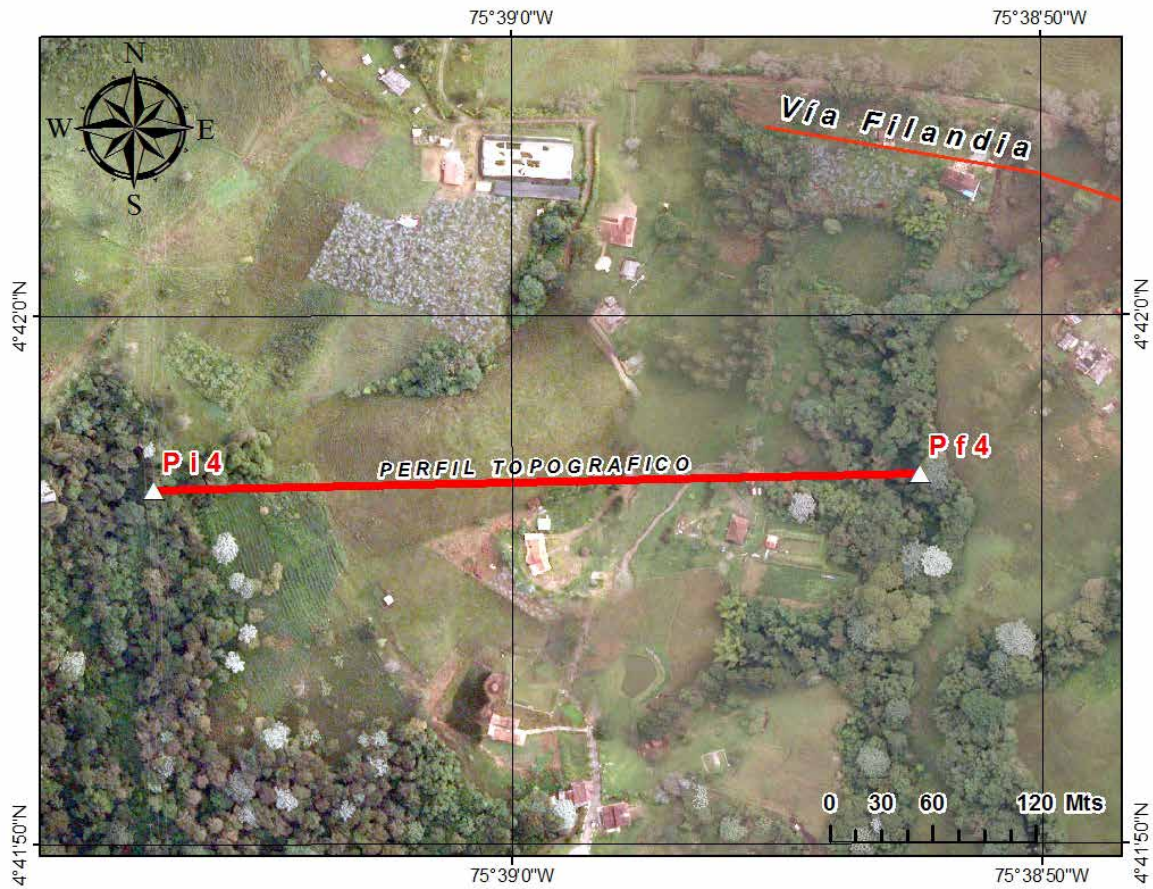
Son áreas abiertas con presencia de pocos árboles y arbustos aislados o formando pequeños grupos. Tomando solo la cobertura de pastos limpios (sin incluir mosaicos de pastos con otras coberturas), en las 9271 ha del DCS Barbas-Bremen, 1756 ha presentan este tipo de área disturbada, es decir, cerca del 19 %, de acuerdo a la cartografía *Corine Land Cover*, escala 1:100.000 adaptada para Colombia. Esta cobertura está destinada a la producción pecuaria de tipo extensivo y semi extensivo, para producción de leche y, en menor proporción, carne; se desarrolla especialmente con razas cebú y cruces con criolla. Las zonas de pastos naturales están asociadas con rastrojos, los potreros son tradicionales con mezcla de gramíneas y arvenses, con escasas prácticas de manejo. Los estratos medidos fueron gramíneos, dato muy variable ya que los potreros iban desde usados para cría de equinos, con altura de 0,5 cm, hasta algo enmalezados o con pasto *Brachiaria decumbens* con altura máxima de 50-60 cm. Dominados por la familia *Poaceae* (*Brachiaria decumbens*, *Paspalum paniculatum*, *Paspalum conjugatum*, y *Paspalum macrophyllum*). En arvenses y arbustos se encontraron especies como *Tibouchina ciliaris*, *Austro eupatorium inualefolium*, *Rubus guianensis*, *Verbena litoralis*, *Hyptis capitata*, y *Coccocypselum hirsutum*. Por lo general, se ubican en las laderas medias y colinas, entre los 1800 a 2000 m de altitud, concentrados sobre todo entre los 1850 y 1950.

En total se contabilizaron 623 ha en pastizales, de las cuales solo 51 ha se encontraban con pastos mejorados. Al caracterizar los potreros se registraron 87 especies de plantas de porte bajo, pertenecientes a 34 familias. La familia con más especies fue la *Poaceae* (21), seguida por *Asteraceae* (12), y *Cyperaceae* (9); *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Leguminosae*, y *Rubiaceae* pueden presentar hasta tres. Suele encontrarse un promedio de 40 especies por predio, esto indica un predominio de sistemas ganaderos tradicionales.

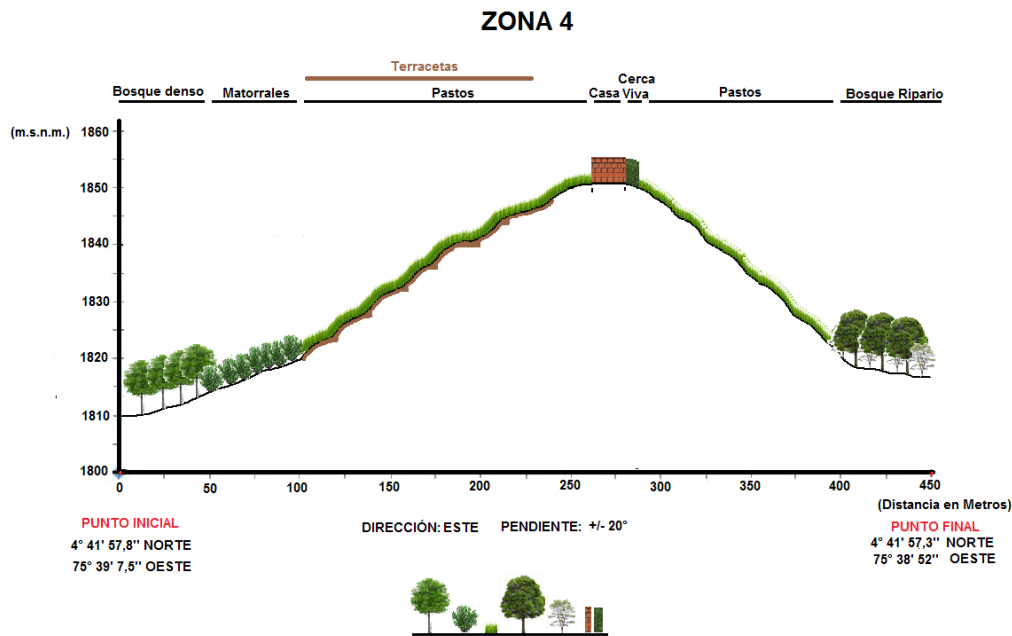
Localización

4°42'4.55"N 75°38'41.83"O; 4°42'40.61"N 75°38'29.04"O; 4°41'22.86"N 75°36'28.71"O.

Mapa



Perfil topográfico y vegetación



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Se presenta en áreas con relieve montañoso, pero principalmente colinado y quebrado, con pendientes convexas e irregulares. Desde la perspectiva geomorfológica se presentan procesos morfodinámicos como deslizamientos con moderada gravedad, afectando un área hasta del 25 % del total de este tipo de cobertura, y una erosión de tipo laminar, regueros, y terracetos (pata de vaca) con una gravedad de moderada a alta, ocupando hasta un 30 % de esta cobertura. El suelo ha perdido el horizonte de la hojarasca y el mantillo aunque conserva parte del horizonte orgánico.

Imagen representativa de la problemática



Tipo de vegetación

Vegetación de tipo herbácea con algunos árboles y arbustos aislados. Praderas subandinas casi desprovistas de elementos leñosos. Se caracteriza por presentar áreas sin uso, afectadas por la presencia de invasoras. Algunos árboles aislados exóticos de las especies *Fraxinus chinensis*, *Acacia sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Pinus sp.*, y *Cupressus lusitánica*, entre otros, dominan el componente arbóreo. También suele presentar arbustos de las especies *Austroeupatorium inulaefolium*, *Rubus guianensis*, *Clidemia elata*, *Baccharis nítida*, *Baccharis latifolia*, *Miconia lehmannii*, *Montanoa quadrangularis*, *Verbesina sp.*, *Lupinus sp.*, *Piper*, y *Solanum*, así como especies ruderales y arvenses como de los géneros *Cyperus*, *Bidens*, *Ipatiens*, *Sanicula*, *Poligonum*, *Desmodium*, *Sida*, y *Phyllanthus*. En muchos casos presentan áreas con focos de invasión de *Pteridium aquilinum*, *Thunbergia alata*, y *Hedychium coronarium*. Estas áreas están principalmente dominadas por pastos de la familia *Poaceae* como *Brachiaria decumbens*, *Paspalum paniculatum*, *P. conjugatum*, *P. macrophyllum*, *Leersia hexandra*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon*, *C. nlemfuensis*, *Echinochloa polystacha*, *Melinis sp.*, *Andropogon sp.*, y *Cenchrus clandestinus*.

Presenta una estructura vertical compuesta por el estrato de gramíneas (con una altura variable debido al uso de 5 hasta 30 cm de altura) y el estrato de arvenses (plantas acompañantes con rango de alturas muy similar al de gramíneas). No obstante, en algunos casos se encontraba un estrato arbustivo con altura de hasta 1,5 m, dominado por especies como *Tibouchina ciliaris*, *Austroeupatorium inulaefolium*, *Rubus guianensis*, *Rubus glaucus*, y *Clidemia elata*. En todos los casos se encontraron árboles de especies introducidas (*Acacia melanoxyton*, *Fraxinus chinensis*) con individuos de hasta 15 m de alto.

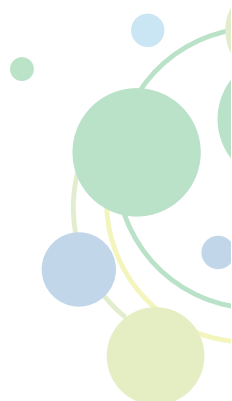


Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

La ganadería de leche es el sistema de producción dominante en el área de estudio, es de tipo extensivo, con más de 40 años de tradición en la región. Presenta un régimen crónico con una magnitud crítica, y una alta frecuencia y recurrencia; régimen prolongado del disturbio durante largo tiempo, lo que acarrea la paulatina degradación de los recursos naturales. El manejo de las pasturas hace retroceder los estados sucesionales del ecosistema y los mantiene en un punto de baja diversidad y alta productividad neta, con especies y pulsos convenientes de cosecha. En consecuencia, disminuyen las ganancias y se incrementa la intensidad de prácticas de manejo, incrementando la severidad del disturbio sobre la vegetación, el suelo, y los cuerpos de agua. El área total utilizada con este sistema puede acercarse a las 700 ha, equivalente a un 35 % del total estudiado. En ganadería de ceba se encontraron 138 ha (9 %); se registraron 630 vacunos (20 % eran terneros), 92 equinos, y 5 mulares. La densidad aproximada fue de un animal por hectárea, lo cual da indicios de predominio de sistemas ganaderos extensivos. Se considera ganadería extensiva cuando se manejan entre 0.5 y 2.0 cabezas de ganado por hectárea, en praderas denominadas “naturales”, prácticamente sin rotación de potreros. El 71 % de las fincas tiene hasta 26 ha, en potrero tradicional. El 75 % de las fincas no tiene potreros mejorados y el 79 % no tiene pasto de corte. En el 37.5 % de los predios no había vacas lecheras, en este mismo porcentaje tenían entre uno y siete ejemplares, y en el 25 % restante había entre 14 y 100 vacas.

Ganado equino: Se encontró un sistema de producción de crías de yeguas a partir de inseminación artificial; también se tenían caballos para diferentes usos. El área de potreros donde predominaba este sistema de producción era de 39 ha, lo que equivale a un 2.5 % del área de estudio.

La ganadería es una actividad que produce varios efectos negativos en los ecosistemas rurales del DCS Barbas-Bremen, entre los que se encuentran: la tala para la ampliación de la frontera pecuaria, cambios en la estructura y composición vegetal de coberturas de tipo arbustales, borde de bosque, bosque secundario o cañada por el pisoteo del ganado, pérdida y deterioro de plantas por ramoneo, compactación y erosión del suelo, contaminación de los cuerpos de aguas con materia orgánica, entre otros.



Factores de degradación

Factores limitantes

- Suelos compactados por el pisoteo y peso del ganado, lo cual genera erosión y afecta la infiltración del agua.
- Pérdida de nutrientes del suelo de manera constante y creciente.
- Erosión superficial constante, periódicamente intensificada por el pisoteo, generando erosión en forma de terrazas o pata de vaca.
- Decapitación del suelo por erosión severa de horizontes irrecuperables del perfil del suelo que ocurre a nivel local de manera progresiva e irreversible.
- Descenso del balance hídrico.
- Semillas y plántulas de especies nativas pedradas por el ganado, lo cual dificulta su reclutamiento y desarrollo.
- Elevadas tasas de evapotranspiración del suelo y la vegetación por la reducida cobertura vegetal.
- Destrucción de la biota del suelo por agroquímicos.
- Alteración físico-química del suelo.
- Baja o nula presencia de especies vegetales nativas.
- Eliminación de los bancos de semillas y plántulas.
- Limitación a la dispersión de especies nativas por dificultad de arribo de especies zoocoras.
- Limitación en la germinación y establecimiento de plántulas por la competencia con las gramíneas.
- Dominancia de especies con características invasoras como los pastos y el helecho marranero, lo cual limita el desarrollo de especies nativas.
- Contaminación de aguas y suelos por agroquímicos, vertimientos directos, y residuos sólidos.

Factores tensionantes

- Arribo, reclutamiento y desarrollo de especies invasoras, arvenses, y ruderales.
- Según su intensidad, el viento puede causar una mayor o menor tensión sobre el suelo.
- De acuerdo con su intensidad, la lluvia genera mayor o menor tensión sobre el suelo.
- Las heladas que afectan el suelo y la vegetación.
- Tala de bosques y rastrojos para la extensión de pasturas.
- Entresaca de fragmentos boscosos para leña, tutores, y postes de manera puntual y periódica.
- Clareo de fragmentos de bosque por intrusión del ganado de manera permanente y progresiva.
- Aparición de plagas y pestes.
- Cambio en los regímenes microclimáticos
- Cambio en los pulsos hidrológicos en la cuenca.
- Incremento en los periodos extremos de sequía y lluvia.



Factores que favorecen la restauración ecológica

1. Experiencia de restauración en la zona con los corredores ecológicos. Conocimiento previo de la población en la selección de especies y propagación de algunas de ellas.
2. Los suelos en la zona se caracterizan por ser fértiles, lo que favorece el crecimiento de la vegetación.
3. Conservación en algunas áreas de guaduales, zonas con alta humedad.
4. Existen iniciativas actuales de restauración en la zona que pueden ser ajustadas para lograr procesos más efectivos y alineados con las estrategias adecuadas.
5. Reconocimiento de servicios ecosistémicos.
6. Conocimiento del ecosistema de referencia.
7. Importancia paisajística.
8. Regulación hídrica.
9. Desarrollo de otros sistemas productivos relacionados con la conservación de la biodiversidad.
10. Legislación que protege el DCS Barbas-Bremen, presencia de dos autoridades ambientales (Carter y CRQ), planes de manejo, y presencia institucional regional administrativa, política y social.
11. Alta conciencia social ambiental.
12. Presencia de relictos de bosque maduro con individuos adultos y juveniles y, en algunos casos, pequeñas poblaciones de las especies maderables y en categoría de amenaza.
13. Comunidad social y científica con conocimiento de propagación y establecimiento en campo de estas especies.
14. Sensibilidad tradicional a la conservación y al recurso agua.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
Crítica = 5	Negativa = 4	Muy urgente = 4

Valoración total del problema. Importancia

Problema muy importante: (5+4+4=13)

Problemas asociados

Pérdida de diversidad, fragmentación, pérdida de biodiversidad, aislamiento, y reducción de tamaño de los relictos boscosos. Reducción en la regulación y provisión de bienes y servicios ecosistémicos. Invasión de especies exóticas, turismo no regulado, y establecimiento de obras civiles como vías, tendido eléctrico, y áreas urbanas y suburbanas; también el establecimiento de esquemas de pago por servicios ambientales aplicados a fincas que conserven o restauren el bosque natural y que se encuentren en áreas de importancia para acueductos.

Líneas de acción

Principalmente el establecimiento de herramientas de manejo de paisaje que promuevan la conectividad entre fragmentos a través de relictos de bosque, cañadas, cuerpos de agua, cercas vivas, y árboles aislados en pasturas. Así mismo, se recomienda el desarrollo de sistemas productivos agropecuarios basados en sistemas silvopastoriles intensivos y el control de especies invasoras.

Se debe hacer restauración ecológica propiamente dicha en los relictos de vegetación y en las pasturas priorizadas para restaurar, que permitan la conectividad entre relictos boscosos. De igual forma, se deben establecer prácticas de recuperación y rehabilitación de las pasturas y áreas degradadas para establecer bancos de forraje, pastos, y otras áreas de importancia para la producción pecuaria; además, se debe incursionar en prácticas relacionadas con el ecoturismo, turismo rural, y apicultura.

Foto representativa del tipo de área disturbada



5. Humedales, drenajes, y otros cuerpos de agua afectados por uso pecuario

Descripción

Los humedales se encuentran en todo el rango altitudinal del Distrito, pero sus características biofísicas, así como los servicios que prestan, son diferentes. Por encima de los 2000 m se presentan lagunas y zonas con ríos abundantes y pequeños asociados a la vegetación montana andina y nacimientos de agua que proveen de este recurso a los habitantes de la cuenca. La importancia de esta zona es reconocida ya que de su conservación depende el suministro de agua a acueductos veredales y a las actividades productivas cuenca abajo, por tal razón, las alcaldías han adquirido predios para mantener o recuperar estas zonas que, en algunos casos, estaban dedicadas principalmente a la ganadería; además, se consideran lugares de importancia para el refugio y el tránsito de fauna con otras figuras de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, de hecho, hace poco se registró la presencia de un puma mediante fotografías. Actualmente en algunos de estos predios públicos se está generando siembra y transplante de vegetación nativa, sin embargo, no se cuenta con los listados de especies, y, aunque la mayoría son de la zona, se observó la siembra de acacias, que posteriormente inhiben el establecimiento de otra vegetación. Estas zonas, al tener eliminación directa del disturbio y una asistencia adecuada, pueden recuperar con mayor facilidad sus funciones ecosistémicas. Alrededor se observan plantaciones de eucaliptos y pinos, áreas que al ser aprovechadas económicamente pueden convertirse en áreas de restauración.

A continuación, entre los 1750 y 2000 m s. n. m., se encuentran áreas abiertas de vegetación herbácea con presencia de pocos árboles y arbustos aislados o formando pequeños grupos; van en paralelo a los drenajes principales y secundarios y tributarios de las quebradas Membrillal, Roble, Portachuelo, Cruces, y Cestillal. El tamaño del bosque ripario de estos ríos no es uniforme, así mismo, se ubican en los fondos de las colinas, terrazas, vegas y pies de laderas, y coluvios. En la actualidad estas zonas se encuentran destinadas a la producción pecuaria de tipo extensivo y semi extensivo, para producción de leche y, en menor proporción, de carne; se desarrolla especialmente con razas cebú y cruces con criolla. Las zonas de pastos naturales están asociadas con rastrojos inundables, los potreros son tradicionales con mezcla de gramíneas y arvenses, con escasas prácticas de manejo. Los estratos medidos son gramíneos, dato muy variable ya que los potreros iban desde usados para cría de equinos con altura de 0,5 cm hasta algo enmalezados, o con pasto *Brachiaria decumbens* con altura máxima de 50-60 cm; dominados por la familia *Poaceae* (*Brachiaria decumbens*, *Paspalum paniculatum*, *Paspalum conjugatum*, y *Paspalum macrophyllum*). Por lo general, se ubican en zonas planas, colinas, y vegas de ríos y quebradas.

Esta zona también tiene uso agrícola, tradicionalmente con cultivos de café, y, en los últimos años, con frutales y algunos invernaderos. Usualmente las prácticas agrícolas desarrolladas utilizan agroquímicos que contaminan el suelo y por escorrentía llegan a las fuentes hídricas alterando sus características biofísicas, generando en algunos casos problemas de eutroficación. Lo anterior debe ser medido para conocer las alteraciones en las condiciones abióticas y la diversidad biológica.

En estos lugares la dinámica espacio temporal de inundación ha sido transformada por el cambio o daño de los pulsos de los cuerpos de agua, causado por el establecimiento de zanjas y canales para la desecación de los humedales o pequeñas represas o embalses. Aquí la sucesión ha perdido espacio, ya que son áreas dominadas por una o pocas especies nativas oportunistas y especies invasoras. Otras especies han sido disminuidas porque las inundaciones necesarias para sus ciclos vitales ya no se presentan, y también porque son maderas o leña de buena calidad. De esta manera, múltiples espacios se han ido abriendo para la llegada y establecimiento de especies de diversos orígenes, pero principalmente pastos relacionados con el sistema pecuario y *Hedychium coronarium*.

Uno de los impactos más importante sobre los humedales es el que ejercen especies invasoras flotantes como el buchón (*Eichhornia crassipes*), la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), las lentejas de agua (*Spirodela polyrrhiza*, *Lemna minor*), y helechos acuáticos flotantes como *Salvinia minima* y *Azolla filiculoides*.

Algunos animales pueden usar las plantas invasoras como sitios de anidación o consumo. Las nuevas especies de los humedales pueden ser especies flotantes de vida libre, sumergidas libres o arraigadas, plantas colonizadoras de las márgenes y palustres, así como plantas nativas e invasoras de comportamiento generalista. Entre las plantas nativas más importantes para la conservación de los humedales se encuentran árboles como chamburo (*Erythrina fusca*), manteco (*Laetia americana*), burilico (*Xylopia ligustrifolia*), chiminango (*Pithecellobium dulce*, *P. lanceolatum*), sauce (*Salix humboldtiana*), orquídeas de humedal (*Eulophia alta* y *Habenaria repens*), helecho gigante de humedal (*Acrostichum danaeifolium*), juncos (*Juncus* spp.), cortadera (*Scleria melaleuca*), chirriador (*Cissus erosa*), y plantas típicamente acuáticas como *Sagittaria latifolia* y *Echinodorus*.

El manejo tradicional con limpieza de las márgenes de los humedales ha propiciado un aumento en la invasión por gramíneas debido al desplazamiento de exóticas poco agresivas. La paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) es un pasto semiacuático capaz de colonizar no solo los bordes, sino de adentrarse hasta colonizar completamente los humedales y las madre viejas pequeñas, y aunque el ganado lo consume y se hacen esfuerzos para su control, su capacidad de regeneración es superior. Entre las causantes de los mayores impactos en las márgenes, además de las gramíneas, se encuentran el junco (*Typha domingensis*) y la platanilla (*Thalia geniculata*), que, por su capacidad de colonización, cubren buena parte de los humedales sin que se haya optado por una estrategia capaz de limitar su avance y minimizar sus impactos. El papiro (*Cyperus papyrus*) y la matandrea (*Hedychium coronarium*) son plantas ornamentales nativas del norte y centro de África y Asia; pueden formar poblaciones densas, se dispersan fácilmente por el agua, su uso ornamental facilita la dispersión, el ganado no las consume, y sus rizomas pueden producir numerosos rebrotes de rápido crecimiento.

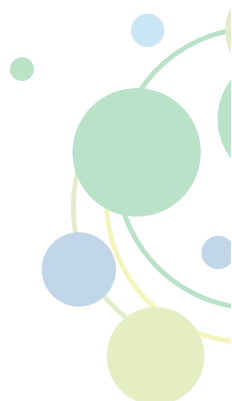


Algunas invasoras son hierbas poco comunes que suelen mezclarse con plantas nativas en los bordes de los humedales y pantanos, sobresalen los helechos acuáticos (*Thelypteris dentata* y *Ceratopteris pteridoides*), ciperáceas (*Cyperus* spp.), pastos (*Leersia hexandra*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon*, y *Echinochloa polystachya*), hierbas semisumergidas (*Limnocharis flava*), hierbas de bordes (*Ambrosia artemisifolia*, *Enydra fluctuans*, *Sesbania emerus*, y *Sphenoclea zeilanica*), hierbas de hojas flotantes o lotos (*Limnobium laevigatum*, *Nymphoides humboldtianum*, y *Nymphaea odorata*), y algunas hierbas sumergidas como *Elodea granatensis*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum quitense*, *Najas minor*, *Potamogeton lucens*, *Utricularia inflata* y *Vallisneria spiralis*. Varias de estas especies son de reciente aparición y otras llevan allí muchísimos años, lo preocupante es que aunque la llegada de algunas de ellas no es reciente, no se ha notado su presencia, especialmente cuando son plantas sumergidas.

Adicionalmente, se observó la construcción de pequeñas represas asociadas a actividades de riego o bebederos para el ganado que cambian las condiciones del suelo y alteran los pulsos de inundación, rompiendo la conectividad del sistema. También se identificó el crecimiento del turismo o casas de recreo que, además de aumentar la demanda de agua, son escenario propicio para la desecación, el dragado, y la eliminación de flujos hídricos y de vegetación de humedales con el fin de rellenar y construir viviendas y jardines. Otra afectación es la construcción de vías que no incluyen canales que permitan la conectividad hídrica superficial entre los cuerpos de agua; no obstante, cabe resaltar que parte de los propietarios tiene un alto interés por conservar y restaurar en sus predios.

Los humedales en las zonas de menor elevación en el distrito son principalmente los bosques riparios de los ríos Barbas y Cestillal; se encuentran en un buen grado de conservación, con vegetación arbórea nativa, y estratos de más de 20 m. Sus suelos contienen altos grados de hidromorfismo, sujetos probablemente a periodos de inundación, y el relieve se caracteriza por pendientes fuertes que determinan las zonas de divagación del agua. En zonas específicas se observó minería, aspecto que debe ser evaluado para conocer el impacto en la calidad del agua, factores de estabilidad y erosión, entre otros.

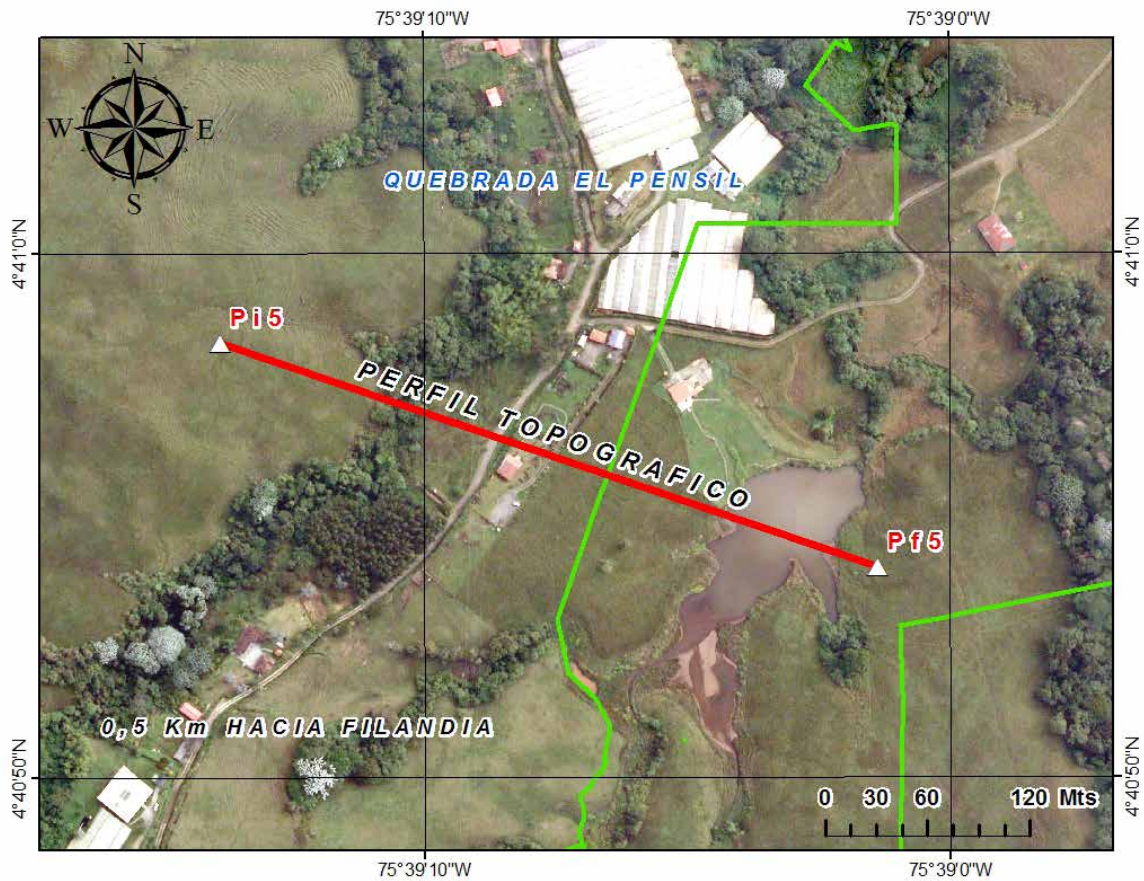
Debido a que las áreas de humedal son pequeñas por la topografía de la zona y la alta transformación, el cálculo del área de humedales con información de orden nacional (unidad mínima de 25 ha), llevaría a serias subestimaciones. Un ejemplo son las fichas de humedales de la Carder donde la mayoría de estos ecosistemas tienen áreas inferiores a 3 ha, por tal razón, es imprescindible contar con información local por lo menos a escalas 1:25.000, 1:10.000, o de mayor detalle.



Localización

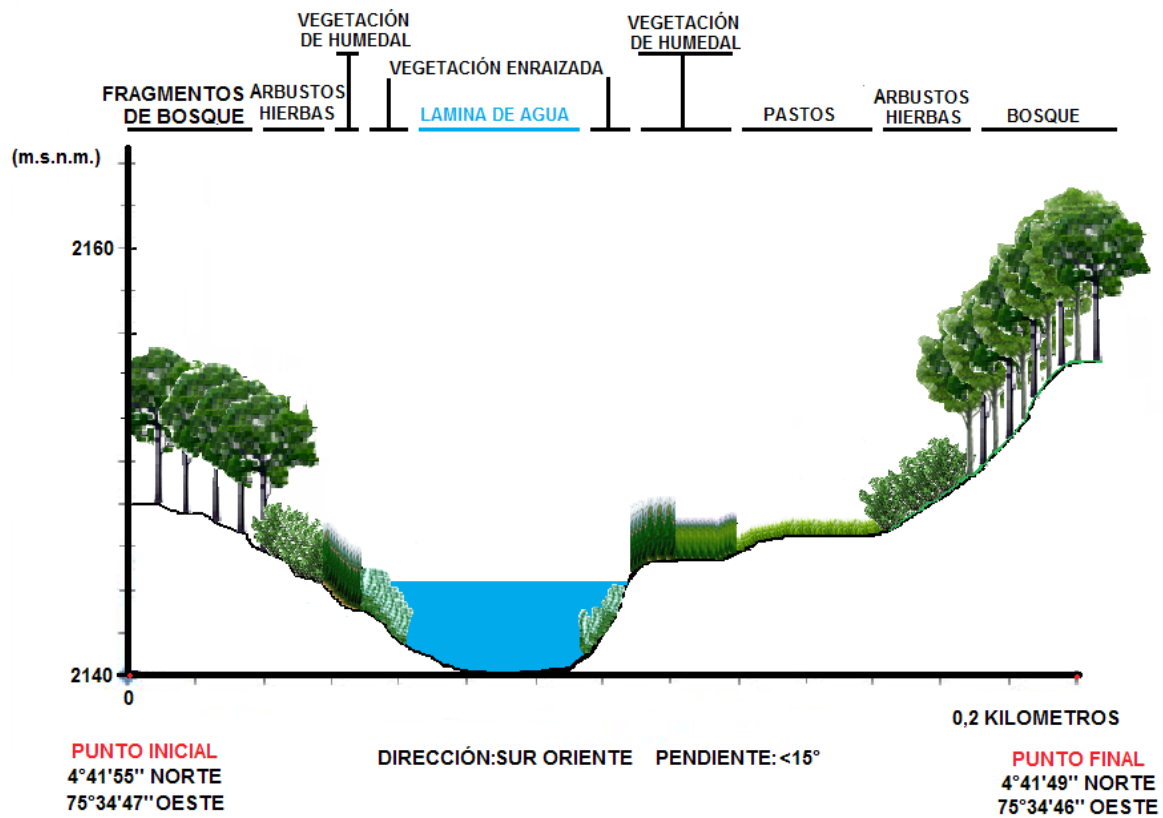
4°41'17.51"N 75°36'29.36"O; 4°40'55.55"N 75°39'6.39"O; 4°41'53.57"N 75°34'47.03"O; Humedal en áreas colinadas 1800 m s. n. m. 4° 40' 58" N – 75° 39' 14"O; Humedal a 2100 m s. n. m. 4° 41' 55" N – 75° 34' 47"O

Mapa



Perfil topográfico y vegetación

ZONA 11



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Se ubican en geoformas con capacidad de acumulación hidráulica como depresiones, zonas de relieve plano, ondulados, o quebrados ubicados al final de una superficie de drenaje como pies de ladera y coluvios, terrazas altas y bajas, y cubetas de inundación junto a las quebradas y ríos. Se pueden distinguir cuatro tipos de humedales: humedal de descarga sobre terrenos planos a cóncavos, mal drenados, donde el agua del suelo se descarga en el cuerpo del humedal sin salida neta; humedal de descarga sobre terrenos colinados a quebrados donde el agua subterránea aflora en el humedal, formado en la base de la pendiente, y se descarga aguas abajo; humedal ripario o de plano aluvial, el cual es alimentado por agua freática y está cercano a corrientes de agua que lo inundan periódicamente por desbordamiento; y humedal colgado o encharcamiento superficial en terrenos planos a ondulados como el pie de colinas, se presenta cuando el cuerpo de agua está por encima del nivel freático y el agua se pierde por evapotranspiración en infiltración. Todos estos tipos de humedales pueden ser permanentes, semipermanentes, estacionales, saturados, temporalmente inundados, o intermitentes.

Se pueden presentar algunos procesos geomorfológicos como solifluxión y avalanchas de gravedad baja; por lo general, no presentan procesos erosivos sino, por el contrario, hay procesos de acumulación, relleno, y progresiva colmatación. Se ha perdido parte del horizonte orgánico, especialmente en la zona que contiene la hojarasca y el mantillo, así como la diversidad batimétrica y las fluctuaciones del nivel del agua, perdiendo en algunos casos por completo el ecosistema acuático. Adicionalmente, se encuentran fuertemente cruzados por drenajes, zanjas, y cunetas que desvían el agua de las zonas quebradas, planas, y onduladas directamente hacia las quebradas y ríos, lo que causa su desecación. Por lo general son suelos profundos, pesados con pendientes suaves, rectas, algunas veces cóncavas, y con drenaje lento.



Imagen representativa de la problemática

Foto: Rubén Jurado



Ubicación: 4° 41' 53.5" 75° 34' 47.7" O. 2187 m s. n. m.

Tipo de vegetación

El tipo de vegetación es herbácea abierta de tipo gramínea con presencia de macrófitas semiacuáticas y, en algunas ocasiones, matorrales y arbustales nativos mezclados con invasiones de *Hedychium coronarium*, pastizales, y *Pteridium aquilinum*.

En los islotes se encuentran con frecuencia las praderas emergentes o flotantes gramínoideas (*Cyperus* sp. y *Cortaderia* sp. *Pilea* sp.), juncoides (*Juncus* sp.), herbáceas, y enraizadas de hojas flotantes. Vegetación no acuática del humedal, es decir, la que se encuentra en suelos húmedos y se extiende hasta las zonas secas: *Laetia americana*, *Philodendron* sp., *Pithecellobium dulce*, *Erythrina fusca*, y *Spirotheca rhodostyla*

Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

La ganadería de leche como sistema de producción dominante en el área de estudio es de tipo extensivo, con más de 40 años de tradición en la región, presenta un régimen crónico con una magnitud crítica, una alta frecuencia, y recurrencia. Un régimen prolongado del disturbio durante tiempos prolongados acarrea la paulatina degradación de los recursos naturales. El manejo de las pasturas hace retroceder el estado sucesional del ecosistema y lo mantiene en un punto de baja diversidad y alta productividad neta, con especies y pulsos convenientes de cosecha. Adicionalmente, el sistema productivo requiere la liberación y desecación de suelos, mediante la construcción de taludes, canales, cunetas, y zanjas que sacan rápidamente el agua hacia los cuerpos de agua permanentes y grandes, ocasionando la desaparición casi completa de estos ecosistemas en el DCS Barbas-Bremen.

A esto se suma la tala para la ampliación de la frontera pecuaria, los cambios en la estructura y composición vegetal de coberturas de tipo arbustales, borde de bosque, y bosque secundario o cañada causados por el pisoteo del ganado, la pérdida y el deterioro de plantas por ramoneo, y la compactación y erosión del suelo.

La adaptación del terreno para el establecimiento de pasturas, en la mayoría ocasiones, promueve la destrucción de las geoformas que acumulan el agua mediante el relleno con sustrato de otros lugares, y la nivelación y homogenización del terreno. También se evita el ingreso o salida del agua mediante la construcción de jarillones y la conducción de esta mediante zanjas y cunetas hacia alcantarillas, canales, o quebradas. Con lo anterior también se destruye la diversidad batimétrica, la pendiente del vaso, el litoral, y los pulsos de fluctuación del agua y de los sedimentos; así mismo, se cambia por completo la concentración y el ciclado de nutrientes. Los humedales del DCS Barbas-Bremen se encuentran estrechamente ligados a la cuenca aferente, que también suele estar fuertemente transformada.

Las actividades agrícolas también generan impactos similares: afectaciones mecánicas para la adecuación del terreno, uso de plaguicidas y herbicidas que contaminan el suelo y las fuentes hídricas (no se conoce el impacto en aguas subterráneas), y aumento de la demanda de agua y de nuevas áreas para cultivos. Tradicionalmente se cultivaba café, y ha ido cambiando a cultivos de flores y frutales que van de la mano con el mercado; en este momento se evidencia una alta siembra de aguacate hass. En algunos casos se han instalado cultivos en viveros, lo cual genera una alteración en el paisaje, además del impacto que puede tener la eliminación de los productos usados en su construcción como el plástico.

La contaminación por la descarga de detergentes, metales pesados, aguas residuales de origen doméstico, y escorrentía de suelos con herbicidas, pesticidas, y materia orgánica incrementa la eutrofización, colmatación, y, en muchos casos, la desaparición de los cuerpos de agua; cambian las condiciones físico químicas, se altera la biodiversidad, y los ciclos de nutrientes.



La desviación de cuerpos de agua y la ruptura de su continuidad y conexión genera desecación y, en ocasiones, la inundación de las tierras bajas y zonas de vegas, con la subsecuente desaparición de humedales con láminas de agua abiertas o cubiertas por vegetación. Los procesos de sedimentación y colmatación en humedales son regulares, pero este proceso está siendo severamente acelerado y no se están generando nuevos humedales que suplan estas funciones.

Por otro lado, las especies invasoras generan umbrales en el ecosistema que evitan que este retorne a sus características iniciales; se pueden encontrar en la región acuática, subacuática, las zonas menos húmedas, y en las áreas desecadas. Especies como *Hedychium coronarium* son muy competitivas y dificultan el establecimiento de plantas nativas, en estos casos es necesario hacer un control inicial de las estrategias de reproducción de la especie invasora y restablecer las condiciones ambientales propicias (suelos, hidrología, etc.) que favorezcan las especies nativas. La dispersión de especies invasoras está asociada a vías, caminos, o, en algunos casos, a la introducción por desconocimiento de su poder de invasión.

Factores de degradación

Factores limitantes

- Alteración hidrológica de la cuenca aferente que cambia los flujos y las condiciones dinámicas y ecológicas del humedal.
- Alteración del curso natural de ingreso de sedimentos y agua.
- Contaminación química y orgánica debido a los sistemas productivos y asentamientos humanos.
- Cambio en la frecuencia y fluctuación de pulsos espacio temporales de agua y sedimentos.
- Pérdida en la diversidad de hábitats por la degradación del litoral, pendiente del vaso, de la variedad batimétrica, destrucción, y fluctuación del caudal.
- Contaminación de suelos y agua.

Factores tensionantes

- Arribo, reclutamiento, y desarrollo de especies invasoras, arvenses, y ruderales.
- La lluvia, que, de acuerdo con su intensidad, genera mayor o menor tensión sobre el suelo.
- Cambios bruscos en los pulsos de inundación e ingreso de agua y sedimentos que pueden ocasionar inundaciones o sequías extremas.
- Obras de infraestructura y vivienda legal e ilegal que reducen el área del humedal y de ronda y desvían los cuerpos de agua que alimentan el humedal.
- Vertimiento de residuos sólidos y de escombros.
- Contaminación con aguas residuales.
- Pastoreo de ganado en el área de ronda y en el humedal.

-
- Empobrecimiento y degradación del suelo por lixiviación de elementos.
 - Disminución o pérdida de especies vegetales nativas de humedal y riberas.
 - Tasas lentas de descomposición de la materia orgánica debido a la acumulación de excedentes.
 - Pérdida del espejo de agua, así como del área de ronda y de la franja anfibia.
 - Presencia y dominancia de pastos y otras especies con potencial invasor.
 - Cambio en las condiciones microclimáticas, de calidad de agua, y de nicho para el reclutamiento y desarrollo de la vegetación.
 - Suelos compactados por el pisoteo y peso del ganado, lo cual genera erosión y afecta la infiltración y retención del agua.
 - Pérdida de nutrientes del suelo de manera constante y creciente.
 - Erosión superficial constante en las zonas de tierra firme, periódicamente intensificada por el pisoteo, generando erosión en forma de terrazas o pata de vaca que genera desplomes.
 - Decapitación del suelo por erosión severa de horizontes irre recuperables del perfil del suelo que ocurre a nivel local de manera progresiva e irreversible.
 - Descenso del balance hídrico, hidráulico, e hidrológico.
 - Pérdida en la calidad y cantidad de agua.
 - Las heladas que afectan el suelo y la vegetación.
 - Tala de bosques, rastrojos, bosques de ronda, y desvío del agua para la extensión de pasturas.
 - Entresaca de fragmentos boscosos para leña, tutores y postes de manera puntual y periódica.
 - Clareo de fragmentos de bosque por intrusión del ganado de manera permanente y progresiva.
 - Desplomes, vuelcos, y deslizamientos causados por el ganado.
 - Turbidez del agua.
 - Incremento en nutrientes que puede causar eutrofización.
 - Aparición de plagas y pestes como moscos.
 - Cambio en los regímenes microclimáticos y de luz.
 - Desvío de afluentes y efluentes de caudal.
 - Cambio en la cobertura vegetal de la ronda.
 - Cambio en los pulsos hidrológicos en la cuenca.
 - Incremento en los periodos extremos de sequía y lluvia.
 - Vertimiento de residuos domésticos e industriales como grasas y metales pesados.
-



-
- Valores de DBO y DBQ insuficientes.
 - Semillas y plántulas de especies nativas pedradas por el ganado, lo cual dificulta su reclutamiento y desarrollo.
 - Elevadas tasas de evapotranspiración del suelo y la vegetación por la reducida cobertura vegetal.
 - Destrucción de la biota del suelo por agroquímicos.
 - Alteración físico-química del suelo y el agua.
 - Eutrofización de los cuerpos de agua.
 - Baja o nula presencia de especies vegetales nativas de humedal.
 - Eliminación de los bancos de semillas y plántulas.
 - Limitación a la dispersión de especies nativas, por dificultad de arribo de especies zoocoras.
 - Limitación en la germinación y establecimiento de plántulas por la competencia con las gramíneas y *Hedychium coronarium*.
 - Contaminación de aguas.
 - La deficiencia de oxígeno disuelto dificulta el desarrollo y establecimiento de flora y fauna de humedal.
 - La alta proporción de nutrientes como fósforo, amonio, y nitratos.
 - La presencia de materiales sólidos disueltos o sólidos suspendidos.
 - Descarga de basuras y escombros.
 - Incremento de las urbanizaciones y viviendas campestres.
 - Descarga de agroquímicos de pasturas y cultivos aledaños.
 - Construcción de zanjas, cunetas, canales perimetrales, drenajes profundos, aljibes, reservorios, presas, y vías que secan y desvían el agua, modificando el funcionamiento hidráulico y desecando el humedal.
 - Defaunación por presión de animales domésticos.
-

Factores que favorecen la restauración ecológica

Reconocimiento del distrito como estrella hídrica en la región.

A nivel nacional los humedales son considerados ecosistemas estratégicos y las corporaciones regionales los tienen incluidos en sus planes de gestión.

Existe una política nacional de humedales.

Los servicios ecosistémicos que proveen los hacen ejes en la gestión ambiental.

Regulan los niveles de agua, previenen inundaciones, deslizamientos, desabastecimiento en épocas secas, y son fundamentales en la gestión del riesgo.

Son usados como fuente de agua para el ganado o riego, por lo que su mantenimiento y conservación son esenciales para el desarrollo de actividades productivas.

Debido a sus características ecosistémicas mantienen fauna y flora única que debe ser incluida en las estrategias de conservación.

En la región existen experiencias exitosas de restauración en otros ecosistemas que pueden servir como guía en el trabajo con la comunidad, la generación de viveros de plantas nativas, entre otras.

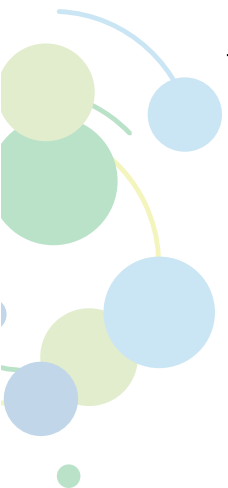
Parte de los propietarios tiene un alto interés por la conservación y restauración.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
-----------------------	--------------------	--------------------------

Crítica = 5	Muy negativa = 5	Inmediata = 5
-------------	------------------	---------------

Valoración total del problema. Importancia

Problema importante: (5+5+5=15)



Problemas asociados

- Pérdida de biodiversidad e incremento de especies con potencial invasor.
- Desconexión ente los humedales de la cuenca alta y baja que garantizan su correcto funcionamiento.
- Contaminación, eutrofización de las fuentes hídricas.
- Pérdida de cuerpos de agua permanentes y temporales con o sin lámina de agua.
- Cambio en los regímenes de inundación.
- Pérdida de los servicios de regulación y provisión del agua.
- Erosión, remociones en masa, avalanchas, y grandes avenidas en los ríos de mayor caudal.
- Compactación y contaminación de los suelos.
- Mayor vulnerabilidad a eventos extremos de lluvia y poco abastecimiento en años secos.
- No se cuenta con un ecosistema de referencia o línea base.
- Escasez de conocimiento sobre la vegetación de humedales.
- La relación con aguas subterráneas no se conoce.

Líneas de acción

- Priorización, caracterización, e intervención de cuerpos de agua por microcuencas según sus características en el gradiente altitudinal, el análisis espacial de las cuencas de captación, e identificación de necesidades como zonas de interés para acueductos y áreas con vegetación boscosa.
- Determinar la escala espacial y temporal del proyecto.
- Restablecimiento de los pulsos de inundación y de sedimentos, teniendo en cuenta tiempos de retorno interanuales que incluyan eventos extremos y promuevan la regulación hídrica de la cuenca.

Reconstrucción de la conectividad entre fuentes de ingreso, salida, y flujo de agua y sedimentos.

Restitución del cuerpo de agua.

Mejora en las condiciones de oferta de agua.

Reconfiguración morfológica del vaso, la ronda, y la zona anfibia.

Establecimiento de estructuras de embalsamiento y contención.

Adecuación de pendientes en la zona litoral y reconfiguración de la misma.

Manejo de los suelos mediante el retiro de escombros, residuos, vegetación no deseada, escarificación, riego, y fertilización.

Control en el arrastre de residuos y el vertimiento de contaminantes en los afluentes y el humedal.

Remoción de rellenos, sedimentos, y escombros.

Reconfiguración de islas y de distintas profundidades en el vaso del humedal.

Generación de una línea base donde se identifiquen los tipos de humedal en el gradiente altitudinal y las especies presentes en las diferentes áreas del humedal, desde las zonas más saturadas, hasta la transición a zonas secas (gradiente transversal de humedad).

Selección de un ecosistema de referencia.

Restablecimiento de comunidades microbianas.

Evaluación del banco de semillas y selección de especies para propagación en el vivero.

Revegetación con vegetación acuática y semiacuática de acuerdo con el gradiente y perfil esquemático del humedal.

Revegetación con fines de recuperación y protección de nacimientos y riberas de quebradas y humedales.

Revegetación con vegetación terrestre en las rondas del humedal.

Establecimiento de revegetación en zonas planas estableciendo herramientas de manejo del paisaje como cercas vivas, corredores, y barreras con vegetación espinosa, lo cual promueve la protección del humedal y la conectividad con otros elementos del paisaje.

Establecimiento de herramientas de manejo del paisaje que permitan la conexión entre relictos de bosque, drenajes, y cuerpos de agua a través de sistemas productivos.

Establecimiento de revegetación con especies pioneras tempranas e intermedias de humedal para favorecer la conexión entre drenajes, cuerpos de agua, y vegetación nativa.

Eliminación, contención, y erradicación de especies de pastos y otras plantas con alto potencial de invasión.

Enriquecimiento de hábitat para la fauna estableciendo refugios, perchas vivas, o muertas.

Construcción, recreación, y rehabilitación de charcas y pozos en zonas productivas.

Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos que permitan la liberación de zonas de humedal, vegas, y riberas priorizadas.

Establecimiento de prácticas agrícolas limpias que disminuyan el uso de agroquímicos

Acciones físicas y químicas para la descontaminación por residuos sólidos y vertimientos.

Gestión diferencial y desarrollo de las estrategias teniendo en cuenta los cambios temporales y espaciales del ecosistema.

Foto representativa del tipo de área disturbada



6. Áreas afectadas por agricultura

Descripción

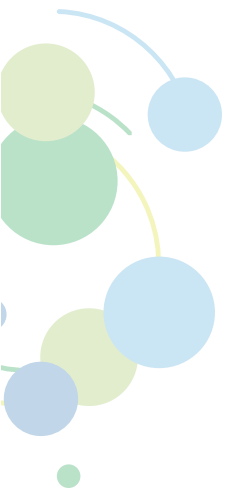
Son áreas más o menos abiertas con presencia de pocos árboles y arbustos aislados o formando pequeños grupos. No es el sistema productivo predominante, de acuerdo a la cartografía *Corine Land Cover* a escala 1:100.000 ocupa un área de 375 ha, equivalente a 4 % del área del DCS Barbas-Bremen, sin embargo, podría ser de aproximadamente un 8 % más si se suma su ocupación dentro de coberturas mixtas donde se encuentran, como es el caso de los mosaicos de pastos y cultivos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, y mosaico de cultivos con espacios naturales donde hay cultivos como el tomate, frutales como el tomate de árbol, lulo, feijoa, y el café tradicional que tiene distintos tipos de manejo y producción.

Otra de las actividades agrícolas es el cultivo intensivo de flores como crisantemos y pompones, y actualmente se está dando un proceso en el que muchas áreas de potrero se están transformando en áreas de cultivo de aguacate hass, el cual es plantado de manera mono específica, en un marco de plantación al tres bolillo, y en densidades entre los 462 a 115 árboles por ha. El sistema agrícola, por lo general, utiliza fertilizantes, insecticidas, fungicidas, y herbicidas tanto químicos como orgánicos, así como otros paquetes tecnológicos relacionados con la revolución verde.

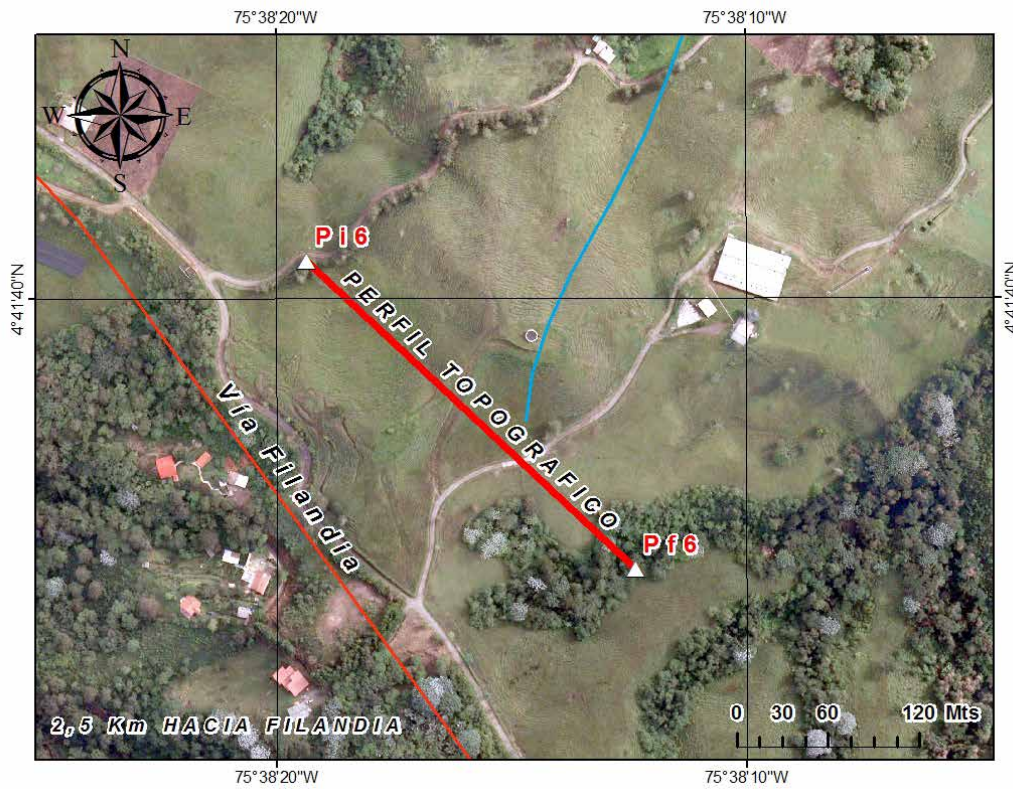
Respecto al rango altitudinal donde se encuentran los cultivos se puede afirmar que es amplio, sin embargo, sobre los escarpes de los ríos encañonados son escasos, de manera que se encuentran por encima de la franja de los 1800 m s. n. m., particularmente en la franja de entre 1850 y 1950.

Localización

4°41'37.36"N 75°38'11.85"O; 4°41'17.54"N 75°38'53.33"O; 4°42'6.36"N 75°38'59.62"O.

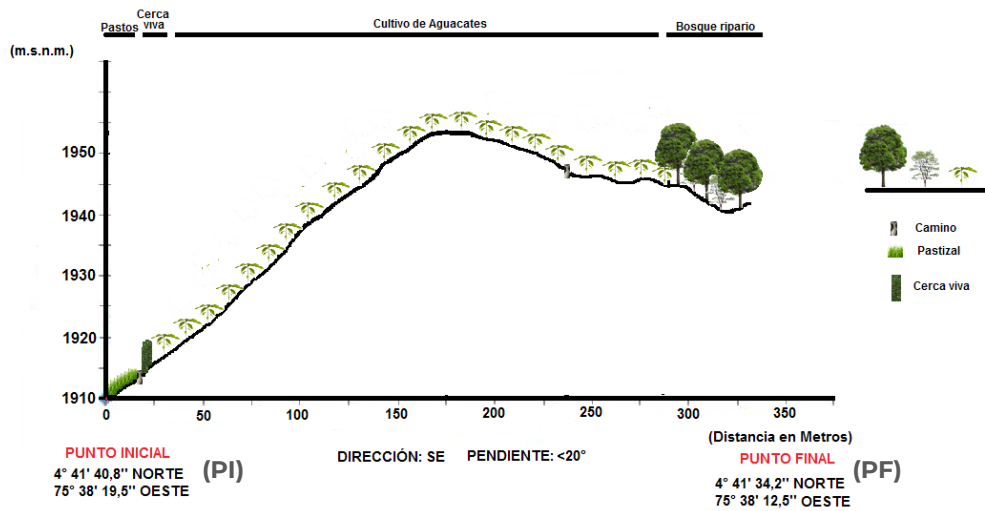


Mapa



Perfil topográfico y vegetación

ZONA 6



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Este tipo de disturbio se presenta en áreas con relieve de ondulado a montañoso, particularmente sobre las zonas colinadas. Entre los procesos morfodinámicos se presentan deslizamientos en una proporción muy baja, son particularmente comunes los movimientos en masa por deformación laminar plástica que han dado lugar a formas de terracetas (pata de vaca), en especial sobre los cultivos que en algún momento se emplearon como pastizales, como es el caso de los cultivos de aguacate; esta afectación es relevante, pudiendo afectar cerca del 30 % de la cobertura. Respecto a la erosión se presenta sobre todo de tipo laminar y regueros, mientras que en el suelo se destaca la pérdida del horizonte de la hojarasca y el mantillo, aunque conserva parte del horizonte orgánico, proporcionando fertilidad a los suelos.

Imagen representativa de la problemática

Foto: Rubén Jurado



Ubicación: 4° 41' 39.2"N 75° 38' 14.4" O. 1947 m s. n. m.

Tipo de vegetación

Típicos cultivos estilo revolución verde para la región tropical montañosa templada. Varias especies son de importancia económica, entre ellas, se destacan café (*Coffea arabica* L.), aguacate hass (*Persea americana* Mill.), maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), y otros cultivos como plátano (*Musa x paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), cítricos, y hortalizas.

Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

La agricultura deficiente genera múltiples alteraciones, entre las que se encuentran la deforestación, la alteración de las propiedades de los suelos, el cambio en los regímenes hidrológicos, la contaminación de fuentes hídricas por residuos sólidos, líquidos, y fertilizantes. Cuando las tierras pierden productividad suelen utilizarse como sitios de pastoreo intensivo y extensivo. Cuando estas áreas se han deteriorado por completo son abandonadas. Los cultivos generan un régimen continuo de disturbio de alta magnitud, frecuencia, y recurrencia, que degradan la base productiva hasta presentar dificultades para mantener el modo de vida rural porque las ganancias merman y las necesidades de insumos para los cultivos aumentan. Así mismo, se presentan conflictos socioambientales con los animales como aves, murciélagos, mamíferos pequeños y medianos, monos, y otros mamíferos arborícolas que se ven atraídos por los cultivos y que pueden afectarse por intoxicación debido a los agroquímicos, o ser presa de cazadores furtivos y del tráfico ilegal de fauna. Este tipo de agricultura ineficiente ha sido fuente de una corrupción tradicional que causa daños incalculables a los bienes comunes como el aire y el agua. Se presentan modelos de desarrollo agrícola populistas relacionados con las economías del narcotráfico y la especulación de tierras y productos.

Factores de degradación

Factores limitantes

- Baja o nula presencia de especies nativas.
- Ausencia de nutrientes.
- pH del suelo acidificado, lo cual limita la movilización de nutrientes.
- Compactación del suelo que genera la reducción de la infiltración del agua.
- Alta tasa de evapotranspiración debido a la incidencia directa del sol sobre el suelo.
- Pérdida de los bancos de semilla nativos.
- Cambio en las condiciones microclimáticas que afecta el nicho de reclutamiento de muchas plantas nativas.

Factores tensionantes

- Remoción de plántulas y semillas reclutada por labores culturales relacionadas con los cultivos.
- Arribo de semillas de especies no deseadas.
- El viento, el agua, y las heladas que, de acuerdo a su intensidad, generan tensión en la vegetación y el suelo.
- Eventos climáticos extremos que ocasionan inundaciones o sequías.
- Llegada de agentes contaminantes por viento y agua.
- Turismo no regulado.



- Dominancia de especies arvenses, ruderales, e invasoras.
- Suelos contaminados por agroquímicos.
- Erosión laminar y en regueros muy localizada.
- Decapitación por erosión severa.
- Pérdida del mantillo y la hojarasca.
- Contaminación por residuos sólidos y escombros.
- Tala de bosques y relictos para expansión de cultivos y obtención de madera.

Factores que favorecen la restauración ecológica

Interés social por mejorar prácticas productivas y hacerlas más sostenibles. Cercanía a bosques en buen estado de conservación. Interés en la gestión del conocimiento agroambiental.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
-----------------------	--------------------	--------------------------

Moderada = 2

Regular = 3

Urgente = 3

Valoración total del problema. Importancia

Problema medio: (3+3+3=6)

Problemas asociados

Defaunación, contaminación, desconexión de relictos boscosos, erosión, pérdida de suelo, pérdida de biodiversidad, desaparición de humedales, y cambio en la dinámica hidrológica de la cuenca. Disminución en la oferta, calidad, y regulación de servicios ambientales.

Líneas de acción

Rehabilitación y recuperación ecológica de tierras productivas, y establecimiento de herramientas de manejo del paisaje, prácticas de agroecología, y sistemas agrosilvopastoriles que promuevan la mejora productiva, la biodiversidad, y la conexión entre elementos del paisaje.

Establecimiento cultural de prácticas agrícolas eficientes, de precisión, con ordenamiento predial, y manejo cuidadoso del suelo; agua y biodiversidad como estrategia de desarrollo sostenible.

Establecimiento de franjas de transición entre los relictos de bosque y las áreas productivas para evitar su ingreso y la dispersión de contaminantes o propágulos de especies invasoras por el viento.

Foto representativa del tipo de área disturbada



7. Áreas afectadas por plantaciones forestales

Descripción

En el DCS Barbas-Bremen el establecimiento de la mayoría de plantaciones forestales inició a mediados del XIX. Estas generalmente se establecieron para suplir la demanda de productos madereros para la construcción, como materias primas combustibles, y para la producción industrial de papel. Así mismo, en algunas microcuencas se establecieron para su protección y evitar la erosión.

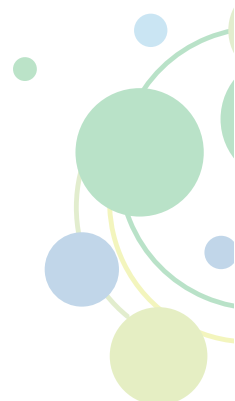
En la mayoría de los casos donde se han establecido las plantaciones forestales se han seleccionado plantas de rápido desarrollo, con capacidad de establecerse en terrenos más o menos degradados, mejoradas, o seleccionadas genéticamente con capacidad de producir diferentes tipos de beneficios ambientales y económicos, y de las cuales se tiene claridad sobre su autoecología y requerimientos de manejo. Entre las especies comúnmente utilizadas en el DCS Barbas-Bremen se encuentran: *Pinus patula*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus citriodora*, *Fraxinus chinensis*, *Cupressus lusitanica*, *Acacia decurrens*, y *Acacia melanoxylon*.

Las plantaciones forestales, además de ser un sistema productivo, pueden llegar a prestar ciertos servicios ambientales, generando utilidad ecológica, económica, y social para las comunidades humanas en los paisajes socioecológicos actuales. Sin embargo, es importante reconocer que para poder establecer una plantación forestal es necesario transformar la dinámica natural del sistema ecológico a través de diversos procesos de reorganización de los elementos que lo constituyen, de la introducción de nuevos elementos, y del mantenimiento cultural de la misma.

Las plantaciones forestales establecidas de acuerdo a la cartografía *Corine Land Cover* escala 1:100.000 suman 847 ha, lo que equivale al 9 % del total del DCS Barbas-Bremen, predominando el cultivo de *Cupressus lusitanica* y *Eucalyptus grandis*. La franja altitudinal donde se encuentran las plantaciones se ubica entre 1.850 y 2.200 m s. n. m.

Localización

4°42'24.60"N 75°38'5.99"O; 4°42'25.99"N 75°36'57.67"O; 4°41'48.59"N 75°35'33.24"O.

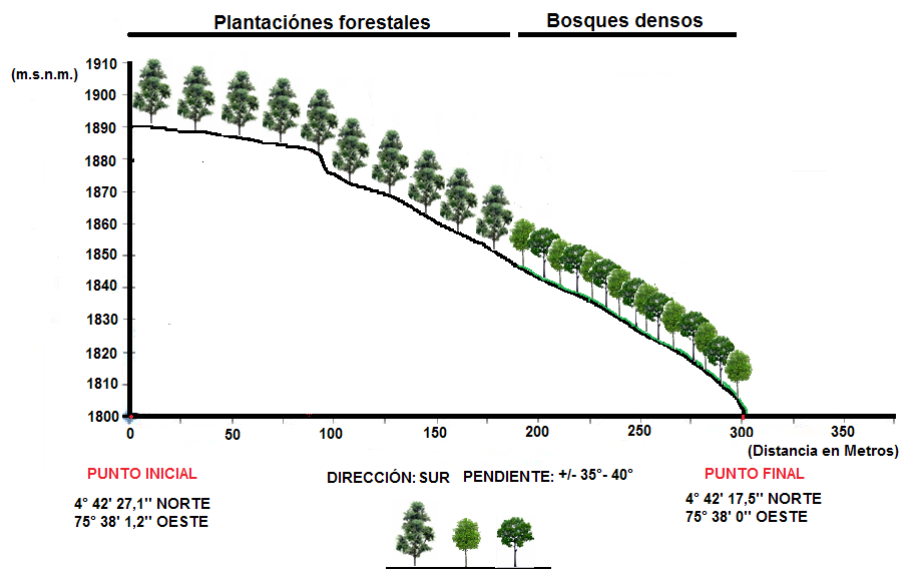


Mapa



Perfil topográfico y vegetación

ZONA 7



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

La ubicación de estas plantaciones se da sobre áreas con pendientes moderadas, drenaje moderado, y áreas de relieve montañoso a quebrado con suelos profundos propicios para actividades económicas. Son poco comunes en esta zona movimientos en masa como derrumbes y vuelcos que, sin embargo, pueden llegar a afectar menos del 10 % del área.

En estas zonas los arboles condensan las gotas de lluvia que por la altura de los mismos caen sobre el suelo con fuerza, causando lo que se conoce como erosión pluvial y laminar; este fenómeno afecta un porcentaje importante de las áreas de plantación (>60 %), particularmente en las zonas de mayor pendiente. En algunos lugares se pueden llegar a generar surcos.

Imagen representativa de la problemática

Foto: Rubén Jurado



Ubicación: 4°42'25.19"N 75°38'5.32" O. 1950 m s. n. m.

Tipo de vegetación

Las plantaciones forestales de pino y eucalipto mantienen especies propias de áreas abiertas y pioneras propias de bosque joven. El uso que estas reciben, sumado con algunas características propias de las especies (e.g. sustancias alelopáticas del género *Pinus*), producen esta baja riqueza comparada con otros elementos sometidos a presión y dominados también por especies pioneras como los bordes.

Las plantaciones están compuestas principalmente por tres especies *Pinus patula*, *Eucalyptus globulus*, y *Eucalyptus grandis*. Se caracterizan por carecer de estrato arbóreo inferior o este es muy bajo comparado con los otros elementos. Doseles abiertos de hasta 40 m y sotobosques pobres dominados por especies colonizadoras de áreas abiertas como *Miconia lehmannii*, *Cinchona officinalis*, *Palicourea angustifolia*, *Rubus guianensis*, *Lepidaploa canescens*, *Piper sp.*, y *Solanum sp.* Suelen presentar una riqueza bastante baja de especies arbóreas y arbustivas con hasta 7 y 42 especies respectivamente. Algunas especies de árboles característica son *Pinus patula*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Miconia lehmannii*, *Miconia theaezans*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Dioicodendron dioicum*, y algunos arbustos como *Miconia lehmannii*, *Palicourea angustifolia*, *Rubus guianensis*, *Miconia acuminifera*, *Miconia wurdackii*, *Dioicodendron dioicum*, *Lepidaploa canescens*, *Palicourea acetosoides*, *Macrocarpaea macrophylla*, y *Cinchona officinalis*.

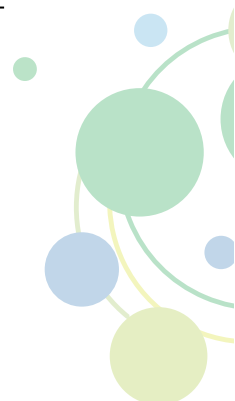


Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

Desde la restauración ecológica las plantaciones forestales se consideran como un tipo de disturbio antrópico, de magnitud importante, y con una alta frecuencia y recurrencia; por lo general, genera cambios en la estructura, composición, y función de los ecosistemas nativos, y porque han dejado de prestar los servicios y beneficios que la sociedad demanda. Adicionalmente, es importante entender que este disturbio es sinérgico porque agrupa una variedad de eventos que, en su conjunto, han generado la transformación del ecosistema, de sus bienes, y sus servicios ambientales.

Las plantaciones forestales son los conjuntos de árboles cultivados. Dicho cultivo presenta las siguientes características: durante su existencia se realizan varios tipos de manejos (preparación del suelo, selección de especies e individuos, aplicación de agroinsumos para la fertilización, control de malezas y de patógenos, se realizan podas, raleos, cosechas, desbroces, etc.); las especies y los individuos son seleccionadas genética y fenotípicamente para asegurar un alto rendimiento en la producción; generalmente las plantas seleccionadas para estos cultivos suelen ser exóticas; la plantación se establece de manera mono específica; el establecimiento de los árboles se realiza bajo un marco de plantación regular y repetido espacialmente; los individuos se establecen mediante siembra o plantación en densidades medias y altas; los individuos son coetáneos y presentan características morfológicas y genéticas similares; la plantación tiene un periodo de tiempo definido; y la plantación tiene un objetivo o función concreta, principalmente productiva (Cabrera, 2003).

Por otra parte, es importante entender que una plantación forestal una vez cumple su ciclo y se han alcanzado los objetivos, o si no ha recibido el manejo cultural adecuado, se convierte en un área degradada que afecta todo el paisaje, pues genera los siguientes problemas: volcamiento de los árboles que se han deformado o están inclinados sobre otros árboles (el llamado efecto dominó que puede afectar grandes áreas) o sobre infraestructura pudiendo afectar vidas humanas; exclusión de la flora nativa por competencia o por caída, impidiendo su reclutamiento; cambios en la estructura físico-química y biótica del suelo (porosidad, textura, pH, humedad, cantidad, disposición de nutrientes, y composición de la fauna edáfica); afectan el reciclaje de nutrientes y del agua; y detiene, desvía o retrasa el proceso de regeneración natural. Adicionalmente, la mayoría de este tipo de plantaciones presenta un alto costo de aprovechamiento, y lo que es más preocupante es que se convierten en espacios propicios para otro tipo de disturbios como la invasión de especies exóticas, incendios forestales, y remociones en masa (FAO, 1997). Teniendo en cuenta lo anterior, dichos espacios afectados por este tipo de plantaciones forestales requieren, dependiendo el caso, que se realice un proceso de recuperación o restauración ecológica.



Factores de degradación

Factores limitantes

- Baja fertilidad del suelo debido a los pocos procesos de reciclaje de nutrientes.
- Acidez del suelo, lo cual hace difícil la asimilación de los nutrientes como nitrógeno, fósforo, calcio, y potasio.
- Presencia de sustancias alelopáticas que pueden limitar el reclutamiento de especies nativas.
- Lenta descomposición de la hojarasca de la masa forestal, lo cual genera una gruesa capa que limita la regeneración natural.
- Pocos recursos disponibles para la fauna nativa.
- Presencia de especies exóticas.
- Poca incidencia de luz al interior de la masa forestal.
- Los árboles que han sobrepasado su turno de cosecha presentan alto riesgo de caída.
- Daño en el ciclo del agua que genera un exceso en los meses lluviosos y escasez en los meses secos. Adicionalmente, por el aumento de la evapotranspiración y de la escorrentía, la infiltración del agua a los horizontes inferiores del suelo y subsuelo es baja.

Factores tensionantes

- La lluvia, entre mayor intensidad tenga, mayor será la tensión sobre los compartimentos del sistema; puede producir erosión hídrica. También contribuye al aumento del peso de los árboles y su caída; así mismo, puede lavar nutrientes del suelo.
- El viento puede producir erosión y traer o llevarse los nutrientes. También puede generar la caída de ramas o árboles y causar el «efecto dominó», desarraigando varios árboles.
- Incendios forestales.
- Reclutamiento y proliferación de especies invasoras.
- Obstáculos jurídicos para el aprovechamiento forestal.
- Fuerte tendencia conservadora a enfoques forestales productivos de las industrias madereras y autoridades ambientales.



Factores que favorecen la restauración ecológica

Microclima favorable para el establecimiento de cierto tipo de vegetación sucesionales bajo la plantación forestal si se hace el debido manejo, zonas con acumulación de materia orgánica, cercanía y conectividad con coberturas de vegetación nativa, algunos propietarios con conciencia ambiental y social, y fajas o focos con condiciones ambientales favorables para la flora y fauna; ampliación de la gama de objetivos y herramientas de manejo, preocupación social creciente por el suministro y regulación hídrica, y conocimiento creciente de los efectos en la biodiversidad de las plantaciones forestales.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
-----------------------	--------------------	--------------------------

Muy grave = 4

Regular = 3

Urgente = 3

Valoración total del problema. Importancia

Problema Importante= (4+3+3=10)

Problemas asociados

Invasiones biológicas, desconexión y fragmentación de bosques y humedales, desecación de cuerpos de agua, homogenización del paisaje, pérdida de hábitat para la fauna, derrumbes, vuelcos, y avance de procesos erosivos. Incendios forestales.

Líneas de acción

- Zonificación y planeación forestal.
- Transformación gradual de las plantaciones en áreas de vegetación sucesionales, tal como ha ocurrido en algunos sectores del DCS como la reserva forestal Bremen.
- Transformación y heterogenización de rodales homogéneos, estableciendo en intermedios otros tipos de cobertura vegetal, conservando partes de la plantación.
- Revegetación con fines de restauración ecológica propiamente dicha, en áreas donde las exóticas están mejor integradas con la vegetación nativa.



- Enriquecimiento en la oferta de hábitat para la fauna.
- En plantaciones futuras modificar la gestión, evitando la sustitución de coberturas nativas, el establecimiento de rodales continuos, las densidades excesivas, y la eliminación del sotobosque.
- Se debe promover la revegetación con fines de restauración propiamente dicha en las rondas de ríos, humedales y drenajes, respetando la zona de protección, de tal forma que corredores de vegetación nativa corten la plantación y sirvan de puentes para la conexión de las coberturas nativas.
- Se debe promover la diversificación del medio a través de la variación de fórmulas y mano del espacio, ampliando la oferta de micrositios, fragmentos, corredores, y variaciones verticales y horizontales.
- Gestión de combustibles y manejo del fuego.
- Establecimiento de perchas y refugios artificiales para la fauna.
- Erradicación y contención de especies invasoras.

Técnicas por compartimento

Vegetación

Revegetación o reforestación (lo cual puede incluir plantación, siembra, diseño de arreglos florísticos, repoblación de especies clave, enriquecimiento de ecosistemas, etc.).

Manejos silvícolas (talas, podas, raleos, desbroces, clareos al vuelo, apertura de copas, entresacas, etc.).

Reintroducción de poblaciones.

Eliminación, erradicación, contención, y control del reclutamiento de la vegetación exótica o con potencial invasor.

Construcción de viveros y producción de material vegetal.

Revegetación para establecer cortafuegos.

Eliminación de biomasa combustible y de la biomasa; propágulos de especies invasoras.

Franjas corta fuego.

Barreras vivas.

Reducción del banco de semillas de especies invasoras.

Establecimiento de vegetación con especies pioneras intermedias y tardías para construir corredores biológicos en quebradas, cercas vivas, barreras, y otras hmp.



Suelo y relieve

Control de erosión y de la remoción en masa (trinchos, zanjas, fajas, fajinas, cunetas, pozos, surcos de contorno, zanjas de infiltración, gaviones, banquetas, coberturas muertas con residuos vegetales, terrazas vivas, etc.)

Aplicación de enmiendas orgánicas.

Limpieza, recolección, y eliminación de residuos sólidos.

Enriquecimiento y manejo de los nutrientes carentes o insuficientes.

Manejo del pH.

Reintroducción de suelo desde áreas adyacentes.

Bioingeniería.

Estabilización de taludes (abatimiento de pendientes, terraceo de la pendiente, remoción de materiales de la cabeza del talud, colocación de materiales en el pie del talud, etc.)

Manejo hídrico.

Fauna

Construcción de artilugios (bebederos, comederos, perchas, charcas, refugios, nidos, etc.) que mejoren los recursos disponibles.

Construcción de corredores o pasos para la fauna.

Creación de ambientes (humedales, charcas, estructuras en piedra o madera, etc.).

Socioeconómico

Esquemas de pago por servicios ambientales y otros incentivos económicos por la restauración.

Contratación y vinculación directa para realizar las diferentes tareas que contempla el proceso de restauración.

Talleres comunitarios de diagnóstico rural participativo, para la constitución de empresas y organizaciones comunitarias, y de capacitación y concientización.

Formulación y adopción de medidas legislativas, administrativas, y acuerdos socioambientales.

Saneamiento predial, amojonamiento, y alinderamiento.

Programas de gestión integral del riesgo.

Creación de aulas ambientales y escenarios para la recreación pasiva y el ocio relacionado con la naturaleza.

Ordenación del turismo.

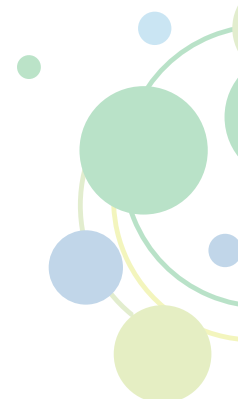
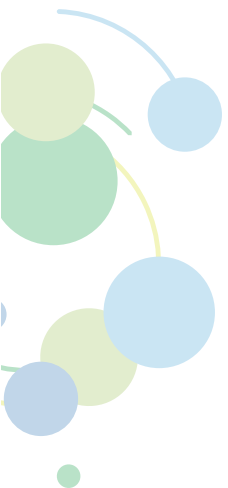


Foto representativa del tipo de área disturbada



8. Áreas afectadas por obra civil: tendido eléctrico

Descripción

Son espacios abiertos de tipo agrícola y pecuario, afectados por la construcción de tendidos eléctricos más o menos lineales, y con presencia de torres de energía y cableado para la conducción eléctrica. Se presentan dos tipos de áreas: las afectadas por líneas de alta tensión y líneas de baja tensión. Estos son elementos antrópicos del paisaje actual que suelen estar mal integrados con su contexto, lo cual genera la degradación paisajística de una escena característica del paisaje colinado del DCS Barbas-Bremen. La composición escénica del paisaje rural pasa de ser panorámica a ser encajada, focal, y, en algunos sectores, dominada por el tendido eléctrico. Presentan un gran contraste con el fondo y en ocasiones reflejan la luz solar, lo que las hace un elemento visible, agresivo, poco integrado al paisaje, y generador de desvalorización del entorno por ser un elemento heteróclito, dispar, y sin semejanza o armonía con lo existente.

Parte de la degradación se asocia a la presencia de elementos extraños asociados al paisaje tradicional, cuya apariencia es variable según el punto de observación y el observador. Generalmente se perciben como elementos carentes de una mínima sensibilidad estética en su diseño y en su integración. Gran parte de la degradación reside en la sensibilidad social por ciertos lugares escénicos del DCS Barbas-Bremen, o por la cercanía a viviendas y a ciertos lugares cuyo carácter es significativo para la comunidad, y que en algunas condiciones pueden perder personalidad ante la intrusión visual de las torres y cables.

Gran extensión de la zona cafetera del país corresponde a la zona de vida del Bosque muy húmedo Premontano (Bmh-PM), en las laderas de los Andes que se extienden entre los 1.000 y 2.400 m s. n. m. La topografía en general de estas zonas boscosas tiene pendientes menores al 80 %, haciendo de esta, en general, una zona montañosa.

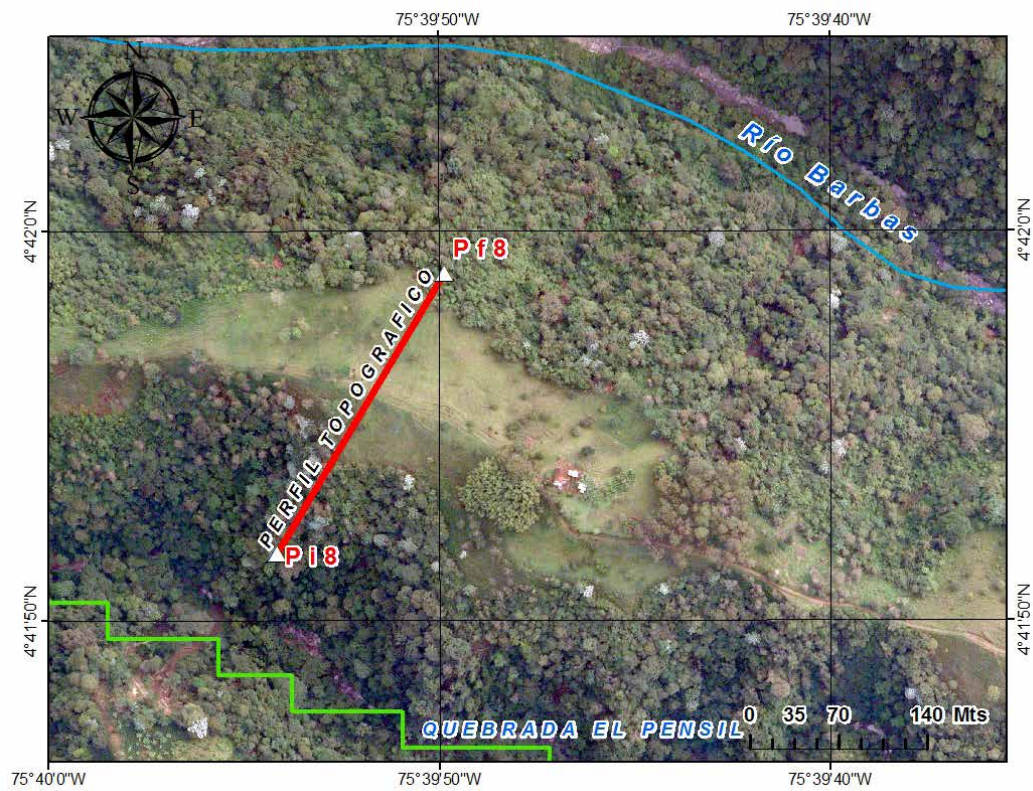
La temperatura oscila entre 18 y 24°C y un promedio anual de lluvias entre 2.000 y 4.000 mm. Las selvas milenarias fueron transformadas en cultivos o potreros, y las que aún viven se ubican en los lugares más lluviosos o alejados de las ciudades. Los cafetales en estas tierras están asociados con cultivos de caña de azúcar, maíz, yuca, frijol, plátano, banano, arracacha, pastos de corte, frutales, y grama que se enmaleza fuertemente.

En el DCS Barbas-Bremen se ubican 14 torres de transmisión de energía, una en jurisdicción de la CRQ, y las trece restantes en jurisdicción de Carder. Estas estructuras se ubican a distancias aproximadas de 500 metros y tienen alturas que van de 50 m a 108 m. Ocupan un área de 4.68 ha, es decir, un 8.3 % del total del proyecto en el departamento del Quindío y menos del 1 % del área del distrito. La mayoría de estas estructuras se ubica en las crestas de las laderas que se encuentran a lado y lado del río Barbas y sobre áreas cubiertas por pastos limpios, cultivos de café, bosques secundarios, y bosques de galería donde predominan los cultivos de guadua (Consultores Unidos S.A., 2012).

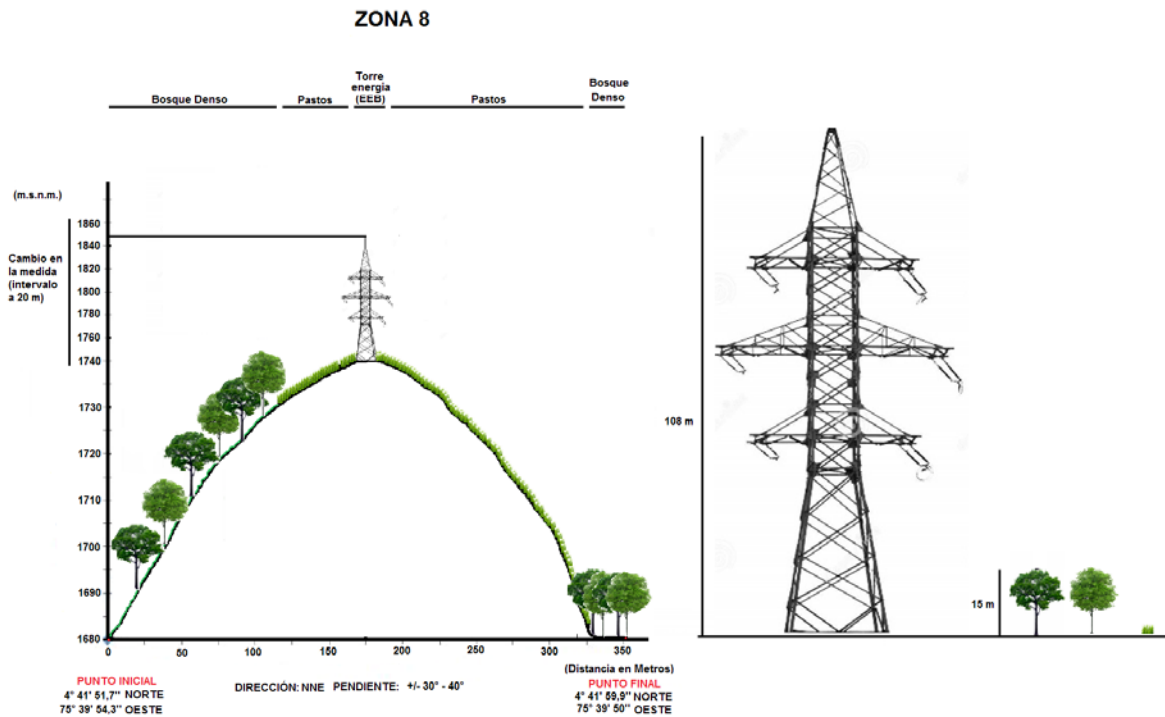
Localización

75° 39' 22,5"N 4° 41' 31,4"O; 75° 39' 29,2"N 4° 41' 48"O; 75° 39' 29,4"N 4° 42' 11,9"O.

Mapa



Perfil topográfico y vegetación



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Por lo general se ubican en terrenos afectados por ganadería, el relieve suele ser plano a colinado, ubicado sobre las cimas o media ladera de las colinas, y el suelo presenta una erosión moderada de tipo laminar, afectando menos del 25 % del área con las torres de energía. Presentan una pendiente recta, plana, y procesos geomorfológicos casi estables.

Los terrenos en donde se ubican las torres están localizados, en su mayoría, en una franja que va de norte a sur en alturas que oscilan entre 1.400 y 1.800 m s. n. m. El relieve es fuertemente ondulado a escarpado con pendientes mayores al 12 %, laderas largas, y cimas agudas y redondeadas. Los suelos presentan, en su mayoría, erosión moderada caracterizada por deslizamientos y patas de vaca, entre otros.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos espesos de cenizas volcánicas y rocas metamórficas en aquellas áreas donde se han erosionado las cenizas, son bien drenados, y presentan colores oscuros en el primer horizonte y pardo amarillento en los restantes; las texturas varían de medias a moderadamente gruesas. Químicamente los suelos son de fertilidad moderada, reacción fuerte a moderadamente ácida, contenidos altos a bajos de materia orgánica, altos en calcio, magnesio y potasio, y bajos en fósforo. Se encuentran establecidos en pastos y cultivos de café, plátano, yuca, y frijol.

Imagen representativa de la problemática

Foto: Rubén Jurado



Ubicación: 4° 36' 40.7"N 75° 39' 00.0"O. 1692 m s. n. m.

Tipo de vegetación

Alrededor de las torres de energía son áreas abiertas, de uso agropecuario, con presencia de pastizales principalmente, y, en algunos casos, vegetación arbustiva de bajo porte; encontraremos arbustos y especies forrajeras como *Ficus sp*, *Trema micrantha*, *Inga edulis*, *Salix humboldtiana*, *Sambucus nigra*, *Gliricidia sepium*, y *Alnus acuminata*.



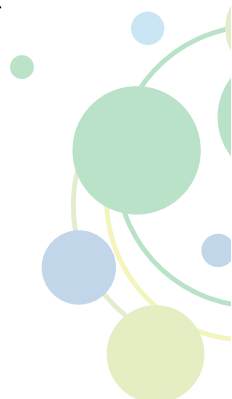
Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

La mayor parte del pasaje tiene un contenido cultural derivado de las actividades tradicionales, a medida que avanza el desarrollo se establecen nuevos elementos que degradan la escena paisajística y el uso tradicional. La actividad humana, con su intervención, manifiesta una tendencia a degradar aquello sobre lo que se interviene, con intensidad, magnitud, y recurrencia dependiente del valor preexistente y de la acción misma. Genera la alteración morfológica general o de formas significativas del relieve, modificación de la naturalidad, introducción de formas geométricas, y sustitución de líneas naturales por rectas; cambios en la estructura, textura y color del paisaje, introducción de elementos extraños a la escena, intrusión visual de elementos, desaparición de la armonía, abandono o deterioro de los usos que definen el paisaje del DCS Barbas-Bremen, cambio en los elementos dominantes, acumulación de residuos, suciedad y contaminación, pérdida del valor testimonial, significado, singularidad del paisaje, y alta posibilidad y frecuencia de observación de las torres de energía.

Se pueden identificar tres aspectos básicos de la degradación del suelo bajo esta infraestructura y del paisaje: riesgo de incendio en franjas de servidumbre en zonas boscosas (afecta sobre todo las líneas de baja tensión), la presencia de campos magnéticos, y la intrusión visual de torres soporte y cables que cruzan el espacio en línea recta, entre otros.

Las torres son artefactos metálicos más o menos conspicuos en el paisaje, diseñados bajo criterios de eficiencia y mínimo coste, sin consideraciones a la estética ni a su integración en una cuenca visual que, según los tramos, resulta amplia. Generalmente estos espacios no pueden ser objeto de tratamiento integral mientras permanezca la infraestructura, son espacios que se perciben como ambientalmente insatisfactorios por la comunidad local y visitante, cumplen realmente con una función, y solo podrían ser tratados cuando se abandonen; sin embargo, se pueden establecer algunas mejoras parciales como el diseño de torres con una arquitectura diferente, coherente con el paisaje, o en la desviación de tramos ubicados en lugares más sensibles.

Durante la etapa preconstructiva se selecciona la ruta del trazado, se desarrollan los estudios de suelos, se adquieren las franjas de servidumbre respectivas, y se determinan los sitios de uso temporal para el desarrollo de las obras; sin embargo, los mayores impactos ambientales se manifiestan durante la etapa de construcción. Durante esta etapa se despejan las áreas de emplazamiento del proyecto y las áreas de servidumbre, y se construyen las fundaciones para el montaje de las estructuras que incluyen la torre, cables, y la señalización correspondiente.



Para el desarrollo de esta actividad se ahuyenta la fauna, previamente a las labores de excavación del terreno, lo cual afecta a las comunidades faunísticas establecidas en estas áreas, y elimina las coberturas vegetales de los sitios de torre. El proceso de despeje de las franjas de servidumbre puede no requerir la remoción total de la cobertura vegetal y limitarse únicamente a los árboles cuyas copas interfieran con las distancias de seguridad de los cables, por lo cual se realiza el aprovechamiento forestal de los árboles seleccionados, y el rescate y traslado de epífitas que corresponda. Las excavaciones para el establecimiento de las estructuras pueden producir o acentuar procesos de erosión en el terrero y generar cambios en las capas superficiales del mismo.

Durante el armado de la estructura metálica de la torre y establecimiento de las conexiones se generan impactos en las condiciones de la calidad de aire y ruido. Los impactos sobre el componente socioeconómico se asocian a la generación de empleo, alteración en el patrimonio arqueológico, y cambio en la oferta y demanda de servicios.

Una vez entra en operación el proyecto, se presentará ruido en límites permisibles por la transmisión de energía, generación de ondas electromagnéticas, y afectación a las poblaciones de aves principalmente por colisión. Para este último impacto se instalan desviadores de vuelo para hacer más visibles las líneas de transmisión y así reducir el índice de colisiones. Con relación a la afectación en la calidad del escenario natural por el cambio del paisaje, este impacto es permanente, aunque reversible, en la etapa de desmantelamiento y abandono de la zona una vez finalice la vida útil del proyecto (Ministerio del Medio Ambiente, 1999).

Factores de degradación

Factores limitantes

- El tamaño y posición de las torres respecto a la cuenca visual o conjunto de puntos desde donde puede verse la alteración.
- Ruptura del ritmo, armonía, y equilibrio históricamente configurado por la interacción de procesos naturales y humanos de forma lenta y progresiva y de su función testimonial.
- Poca o nula integración de las torres al paisaje cultural cafetero.

Factores tensionantes

- Afección en la percepción del paisaje.
- Ruptura y caídas de cables en torres de baja tensión que pueden ocasionar incendios de la cobertura vegetal.
- Las torres de baja tensión y el cableado a baja distancia de árboles e infraestructura puede afectar las especies arborícolas que pueden confundir las torres y los cables y morir por electrocución.



-
- Permanencia de elementos que interrumpen la visual dominante y obstaculizan la vista de otros componentes significativos del paisaje.
 - Pérdida del potencial de visitas o de su calidad.
 - Presencia de elementos descontextualizados y discordantes de tamaño, color, forma, escala, y tipología.
 - Alteración e incongruencia de formas, líneas, y cromatismo de corrección difícil o imposible.
 - Dominancia visual u ocupación de la cuenca en términos del plano visual invadido o dominado por las torres sobre los elementos existentes.
 - Intrusión visual de elementos no deseados.
 - Percepción negativa de la comunidad por degradación paisajística y ruido.
 - Diferencia de escala y sustitución de elementos horizontales por otros de escala vertical.
 - Presencia de campos magnéticos.
 - Las especies invasoras ejercen presión de colonización bajo las líneas de alta y baja tensión.
 - Las especies invasoras encuentran un nicho bajo las cuerdas de alta y baja tensión, y pueden favorecer su dispersión funcionando como ruta y vector.
 - Necesidad de establecer nuevas obras civiles y el establecimiento de otro tipo de torres, por ejemplo, de telecomunicación.
-

Factores que favorecen la restauración ecológica

Plan de manejo del DCS Barbas-Bremen.

Alto interés social.

Obligaciones de reforestación por aprovechamiento forestal en áreas del DCS-BB a cargo del GEB.

Ejecución de actividades del PMA por parte del GEB.

Iniciativa de conservación reconocida a nivel nacional e internacional.

Resultados de restauración medibles y demostrables en los corredores biológicos.

Apropiación social e interés de la comunidad en la conservación.

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
-----------------------	--------------------	--------------------------

Moderada = 2

Regular = 3

Prioritaria = 2

Valoración total del problema. Importancia

Problema medio= (2+3+2=7)

Problemas asociados

Desviación de la atención comunitaria de problemáticas más graves como el aumento de la frontera ganadera, deforestación, establecimiento de monocultivos, atropellamiento de fauna, y pérdida de conectividad de los ecosistemas en las vías existentes.

Propagación de especies invasoras en los sitios de torre.

Pérdida de oportunidades de turismo y empobrecimiento de la belleza escénica.

Mayor afectación del paisaje por altura de tres torres ubicadas en el DCS- BB, jurisdicción de CRQ.

Afectación de comunidades faunísticas, principalmente de aves migratorias y nocturnas por colisión contra los cables conductores.



Líneas de acción

Recomposición de los elementos más característicos de la escena.

Diseño de estructuras con una superficie de ocupación menor que permita disminuir el efecto de artificialidad en el paisaje.

Manejar un enfoque de recuperación de la belleza escénica del paisaje, cambiando la situación insatisfactoria por otra que no lo sea y que se pueda adaptar a las torres y tendidos eléctricos.

Recuperación específica de las funciones del paisaje y de su conectividad estructural y funcional.

Restitución o mejora de los atributos de calidad paisajística: se deben establecer de manera objetiva los atributos significativos y valiosos del paisaje para restablecerlos. La distribución y ordenación permite crear composiciones estéticas. Recomponer la armonía implica la agregación ordenada y coherente de las partes y proporcionar variedad, fuerza, personalidad, o unicidad al nuevo paisaje, a través de la ordenación, proporcionamiento, escala, y colores de los nuevos elementos. Lo anterior debe procurar el restablecimiento de elementos visuales que configuraban originalmente el paisaje y sus componentes. Se deben manejar aspectos de color, forma, escala, y de carácter espacial dependiendo la ubicación en el DCS Barbas-Bremen, el tamaño de la cuenca visual, la forma como se perciben, y el grado de contraste con el que se manifiesta.

Ocultación de los elementos negativos, con lo cual se pretende reducir las cuencas visuales mediante pantallas que impidan la observación directa de los elementos discordantes o no integrados. Las pantallas de vegetación son un elemento dinámico y deben establecerse a partir del conocimiento de la especie y su evolución futura. En algunos casos se debe tratar de cambiar alguna ubicación, como las que se encuentran sobre la línea del horizonte que siempre se ven. Se debe ubicar lo que no debe verse en lugares sombríos o con menos iluminación y durante menos horas del día, o sobre fondos diversos. También se puede modificar el diseño para que se asemeje al entorno, en colores y materiales, incluso adecuando los acabados. Estas adecuaciones se implementarán en aquellos lugares donde existe una alta concentración de observadores y una alta exposición visual de las estructuras.

Camuflaje: consiste en modificar características de un elemento impactante de tal forma que le haga parecer lo que no es o se disimule su aspecto. La solución busca un mimetismo o enmascaramiento de los nuevos elementos con el medio. Puede cambiarse el color del metalizado de las torres por el color del trasfondo o por uno que no brille, de esta manera se reducirán la reflectancia y el contraste de las nuevas estructuras en el paisaje. Otras veces se pueden diseñar elementos de más incidencia visual con materiales de la zona como la guadua.

Cambio de los puntos focales de atracción: se trata de establecer en la cuenca visual una especie de engaño a la percepción, que pretende motivar al observador para que oriente sus miradas a los puntos focales o a elementos del paisaje más valiosos y desviarlos de los deteriorados. Se establecen elementos llamativos a la vista en zonas diferentes a las afectadas por las torres para que pasen desapercibidas.

Creación de miradores que potencien las vistas hacia los atributos del paisaje, que le otorgan un carácter único y representativo. Estas estructuras podrán potenciar el reconocimiento de los elementos del paisaje que están siendo conservados (corredores) y permitirán socializar información con habitantes de otros sectores, promoviendo el turismo en el sector (Ministerio de Energía, 2016).

Foto representativa del tipo de área disturbada



9. Áreas por obra civil: vías

Descripción

Las obras civiles y, en particular, la extensa red de infraestructura de transporte, son un componente habitual del paisaje del DCS Barbas-Bremen, y es la expresión externa del nivel y del estilo de desarrollo del Eje Cafetero. Esta red posibilita el acceso físico a espacios y ecosistemas que no lo tendrían de otra forma, y proporciona una cuenca visual receptora y emisora de vistas relativamente amplia, de tal manera que la red de vías se convierte en un elemento potenciador de la percepción del paisaje y determina la incidencia visual del territorio. Por ello, se entienden como estructuras territoriales debidamente concebidas, proyectadas y ejecutadas, que en ocasiones revalorizan el entorno.

Se pueden identificar tres grandes tipos de vía: doble calzada que cruza por el extremo oriental del DCS Barbas-Bremen, sobre los 2000 m de altitud, establecida en el pie de ladera, y conecta las ciudades de Pereira y Armenia; una calzada asfaltada de doble vía que parte de la vía de doble calzada a 2000 m de altitud en el sector conocido como Cruces y termina en el área urbana del municipio de Filandia, atravesando por la mitad el DCS Barbas-Bremen en sentido oriente-occidente; y red de vías secundarias de doble vía sin pavimentar que se unen a las vías 1 y 2.

Las vías y carreteras generan ocupación directa y constante de un espacio más o menos lineal y conectado, que deja su impronta en un entorno amplio de su trazado. Como ocurre en la mayoría de proyectos lineales, se atraviesan grandes extensiones de terreno y afectan un alto número de ecosistemas, produciendo una gran cantidad de impactos ambientales durante la etapa constructiva, que son atendidos mediante los planes de manejo ambiental, y otros tantos no tan identificados y manejados en las etapas de operación.

Durante la construcción de una vía existe pérdida de cobertura vegetal, así como de las capas superficiales del suelo, pudiendo propiciar o aumentar procesos erosivos y de sedimentación de cuerpos de agua. Se modifican los patrones naturales de drenaje y se interfiere en la movilización de fauna de la zona, propiciando daño de los hábitats de la vida silvestre terrestre, los recursos biológicos, o los ecosistemas estratégicos.

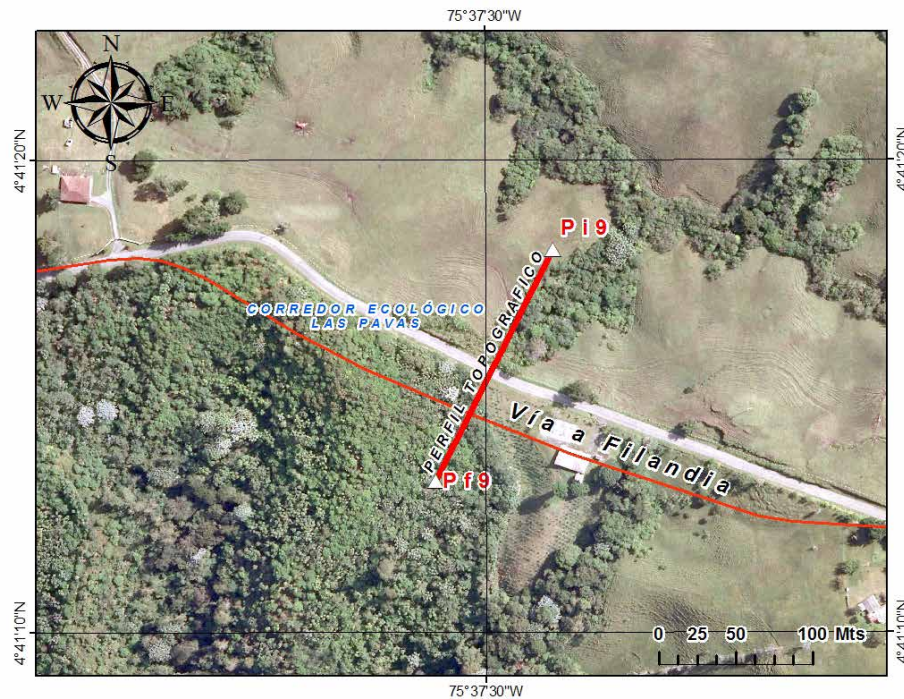
Una vez construida, los impactos asociados a la operación están relacionados principalmente con la fragmentación del ecosistema y la pérdida de especies de fauna a causa de colisiones, atropellamiento, deterioro de hábitat, y ruido.

La densidad vial es de 1,13 km por km², siendo mayor en cercanías a los centros poblados, las grandes autopistas, y las plantaciones forestales. Sumando la longitud de todas las vías dentro del distrito se obtiene un valor 104.863 m, dentro de las cuales las vías de nivel 1, es decir, autopistas de doble calzada, representadas por la vía Armenia Pereira, lo que corresponde al 12 %; las vías de tipo 3 y 4 representan el 20 %, que son vías pavimentadas de doble sentido e incluyen la vía a Filandia y la vía a Yarumal desde la autopista Armenia - Pereira; y las vías de tipo 5 a 7 que agrupan vías no pavimentadas y caminos veredales, que representan el 68 % restante. Su rango altitudinal dentro del distrito se da principalmente entre 1700 y 2200 m s. n. m.

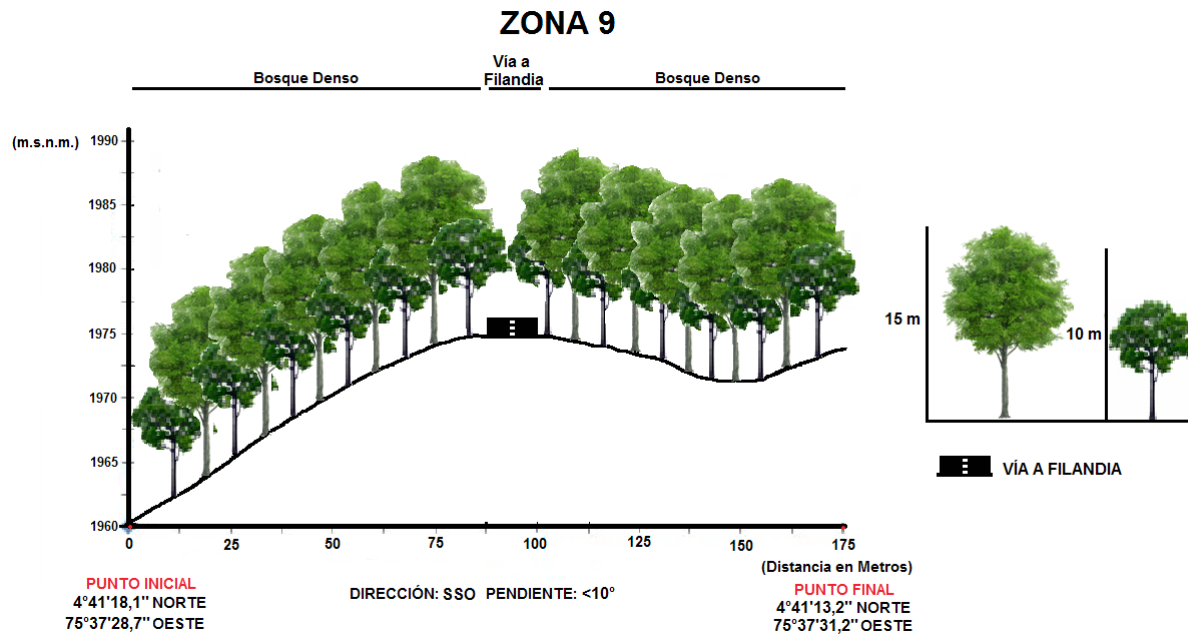
Localización

4°41'19.37"N 75°36'28.61"O; 4°42'40.42"N 75°38'57.79"O; 4°41'15.74"N 75°37'29.83"O.

Mapa



Perfil topográfico y vegetación



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Por lo general, se ubica en terrenos que han sido históricamente utilizados y donde ya existían vías o caminos. El relieve suele ser plano a colinado, ubicado sobre las cimas o media ladera de las colinas o pie de laderas; presenta una pendiente recta, plana, y procesos geomorfológicos como derrumbes, vuelcos, y deslizamientos de tipo moderado, afectando menos del 25 % del área de las vías. Usualmente el suelo presente una erosión moderada de tipo laminar o regueros, afectando menos del 25 % del área; se encuentra bajo una superficie de asfalto impermeable, lo que causa su degradación.

Imagen representativa de la problemática

Foto: Rubén Jurado



Ubicación: 4° 41' 16.1"N 75° 37' 30.7"O. 1952 m s. n. m.

Tipo de vegetación

Las vías atraviesan todos los tipos de cobertura vegetal descritas. En las bermas y andenes es característico encontrar especies ruderales, arvenses, e invasoras como helecho marranero, matandrea, y ojo de poeta.



Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

Durante la construcción de una vía se realizan actividades de desmonte, limpieza del terreno, movimiento de tierras, excavación para las fundaciones de la infraestructura, nivelación, y compactación del terreno; acciones que dan origen a taludes, desmontes, terraplenes generalmente desnudos y en pendiente, desprovistos de materia orgánica. Se generan áreas menos desfavorables en los bordes y medianas que separan las calzadas, las situadas en puntos de enlace, puentes, alcantarillas, y otras inserciones. Estas acciones producen pérdida de cobertura vegetal, generación de escombros, y emisión de material particulado, siendo el impacto más evidente el cambio en el perfil geográfico y edáfico preexistente.

Una vez preparado el terreno, se conforman la calzada y las cunetas para colocar el pavimento, actividades que además de generar ruido y material particulado, pueden ocasionar cambios en el régimen hidráulico y causar el desecamiento de cuerpos de agua por el desvío o represamiento de su caudal efluente y afluente, así como erosión de los terrenos. La operación de la vía es un disturbio de gran magnitud, frecuencia, y recurrencia, y afecta a todos los compartimentos del sistema; reduce el hábitat para la fauna, fragmenta el paisaje y genera barreras infranqueables por la fauna que puede verse afectada por ruido, polución ambiental, y atropellamiento. Así mismo, genera una cuenca de baja calidad de aire y con vertimiento de residuos sólidos y escombros. Presenta eventos de erosión y remoción en masa y, adicionalmente, genera grandes movimientos de tierra y nuevas roturaciones y explanaciones que se usan, tanto para la vía, como para ampliar la frontera agropecuaria. Estas obras civiles dominan el entorno con desproporción y hacen muy difícil su integración en el paisaje (MAVDT, 2011).

Factores de degradación

Factores limitantes

- Pésimas condiciones de suelo.
- Inestabilidad de suelo y taludes.
- Tráfico constante.
- Ruido.
- Aportes de gases contaminantes.
- Sustratos sin formación.
- Afectación visual por desintegración ambiental de estas obras.
- Procesos erosivos y de remoción en masa.
- Fragmentación de los ecosistemas que atraviesa.

Factores tensionantes

- Atropellamiento de fauna que intenta moverse entre fragmentos de bosque y otros elementos del paisaje.
- La lluvia, el viento, y las heladas que afectan el suelo y la vegetación.

Factores que favorecen la restauración ecológica

- Interés de la corporación en avanzar en proyectos que disminuyan el atropellamiento de fauna.
- Alto nivel de conciencia social en la conservación de especies emblemáticas.

Magnitud del problema

Evolución esperada

Urgencia de intervención

Grave = 3

Muy negativa = 5

Inmediata = 5

Valoración total del problema. Importancia

Problema muy importante: $(3+5+5=13)$

Problemas asociados

Además de la erosión generada por la construcción de la vía, la fragmentación estructural y funcional de bosques, cuencas y humedales, y la generación de hábitats invasivos que facilitan la permanencia y propagación de especies exóticas, la operación de la vía tiene varios efectos sobre la biodiversidad, entre los que se reconocen los siguientes:

Pérdida de hábitat: corresponde a la pérdida de superficie de los hábitats afectados por la presencia de la vía.

Efecto barrera: dificultad que tienen los animales para cruzar la superficie de la vía debido a la existencia de obstáculos que impiden físicamente el cruce, o a consecuencia del rechazo que genera en muchos individuos el paso por una superficie asfaltada, sin refugios, y altamente perturbada por el paso de vehículos, ruido, iluminación, entre otros. La dificultad para superar estas barreras y desplazarse entre los distintos fragmentos de hábitat puede conllevar la extinción de determinadas poblaciones de fauna silvestre.

Mortalidad por atropello o colisión con vehículos: afecta desde grandes mamíferos y anfibios o reptiles que intentan cruzar las calzadas, hasta aves y murciélagos que colisionan durante el vuelo. La presencia de cunetas también representa un riesgo para especies pequeñas que quedan atrapadas intentando cruzar.

Perturbaciones: los altos niveles sonoros pueden interferir en la comunicación de las aves y dificultan su anidación; igualmente, la iluminación en algunos tramos de la vía o los faros de los vehículos constituyen una serie de molestias que reducen la calidad de los hábitats y su capacidad para acoger fauna silvestre.



Interferencia de funciones ecológicas en los márgenes de las vías: si bien los taludes y drenajes o túneles pueden resultar atractivos para algunos animales porque pueden capturar alimento (por ejemplo los murciélagos, que resultan atraídos por la concentración de insectos alrededor de luces), suelen convertirse en una trampa, pues estos lugares generalmente tienen un alto riesgo de mortalidad (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

Líneas de acción

Revegetación con fines de recuperación y estabilización de taludes, desmontes, terraplenes, y zonas anexas.

Revegetación de áreas comprendidas entre enlaces, intersecciones y ramales.

Revegetación de andenes, bermas, y medianas.

Remodelación y reconfiguración de relieves estables.

Estabilización y manejo de drenajes superficiales.

Revegetación de superficies para impedir erosión y la infiltración de agua.

Manejo de drenajes.

Establecimiento de pantallas y otros obstáculos naturales o artificiales para enmascarar u ocultar las zonas degradadas no integradas en el entorno y para reducir molestias de ruido a personas y animales.

Remate estético con elementos decorativos de diversa índole, por ejemplo, que hagan alusión a la cultura cafetera o a la biodiversidad.

Empleo de bioingeniería y técnicas que utilizan componentes vegetales para la estabilización.

Uso de técnicas mixtas para estabilizar la superficie.

Combinación de técnicas que usan elementos de construcción, muros verdes, y jardinería.

Tratamientos de envejecimiento de roca y de hidrosiembra.

Establecimiento de señales de tránsito, vallas informativas, y reductores de velocidad en lugares con paso frecuente de fauna.

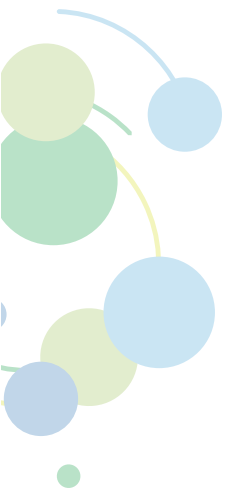
Establecimiento de barreras físicas que disuadan el cruce de animales por la vía.

Establecimiento de pasos superiores e inferiores para la fauna en lugares prioritarios, debido a la conectividad estructural de elementos del paisaje o por el uso histórico de la fauna.

Foto representativa del tipo de área disturbada



Foto tomada de_ <http://www.primeraplana.com.co/index.php/8-articulos-destacados/1088-concesion-autopistas-del-cafe-arigurosa-revision>

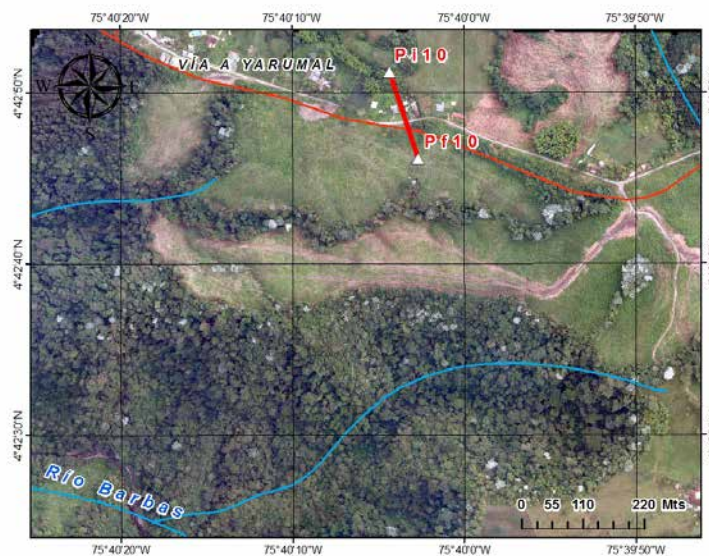


10. Áreas afectadas por especies invasoras

Descripción

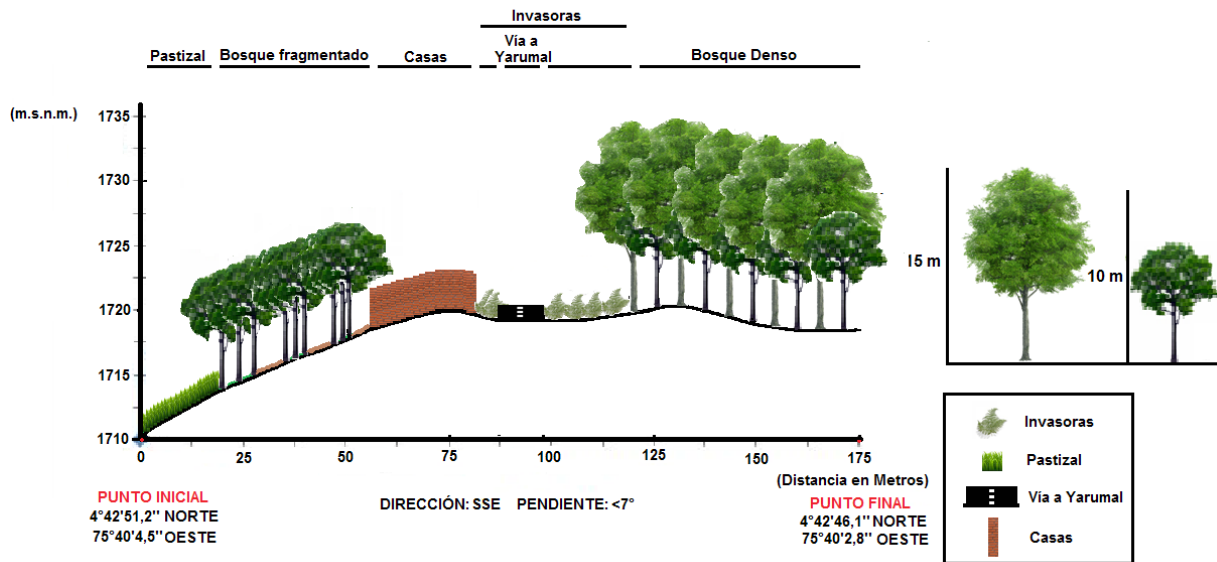
Son mosaicos de vegetación exótica de carácter invasor que se establecen en terrenos marginales o sin uso actual. Forman matorrales mixtos con vegetación nativa o puros en sus fases avanzadas de invasión. Por lo general, las zonas con relieve montañoso a colinado en las zonas con mayor pendiente o con drenaje perfecto suelen invadirse por pastos de distintas especies como *Leersia hexandra*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa polystachya*, y *Cenchrus clandestinus*, y por helecho marranero *Pteridium aquilinum*. Por su parte, las zonas planas e inundables sobre relieve plano a ondulado, como las rondas de ríos y los humedales, suelen afectarse por las especies de pasto anteriormente mencionadas y por la matandrea *Hedychium coronarium*. Por otra parte, los humedales suelen afectarse por la invasión o proliferación de algunas especies nativas y ruderales con potencial invasor como los helechos acuáticos (*Thelypteris dentata* y *Ceratopteris pteridoides*), ciperáceas (*Cyperus* spp.), hierbas semisumergidas (*Limnocharis flava*), hierbas de bordes (*Ambrosia artemisifolia*, *Enydra fluctuans*, *Sesbania emerus*, y *Sphenoclea zeilanica*), hierbas de hojas flotantes o lotos (*Limnobium laevigatum*, *Nymphoides humboldtianum*, y *Nymphaea odorata*), y algunas hierbas sumergidas (*Elodea granatensis*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum quitense*, *Najas minor*, *Potamogeton lucens*, *Utricularia inflata*, y *Vallisneria spiralis*). Varias de estas especies son de reciente aparición, lo preocupante es que aunque la llegada de algunas de ellas no es reciente, no se ha notado su presencia, especialmente cuando son plantas sumergidas.

Mapa



Perfil topográfico y vegetación

ZONA 10



Características topográficas, litológicas, de relieve, pendiente, forma, y tipo de sustrato

Se ubican en todos los tipos de relieve y en todos los tipos de sustrato, prefiriendo las áreas marginales y abandonadas. Como procesos geomorfológicos relacionados se pueden distinguir deslizamientos, derrumbes, y avalanchas de magnitud baja que afectan menos del 25 %. Los suelos pueden presentar erosión moderada o leve, de tipo laminar, regueros, y pata de vaca; la pendiente es irregular.

Imagen representativa de la problemática



Tipo de vegetación

Descripción: vegetación herbácea y arbustiva abierta, fuertemente o completamente dominada por las especies invasoras como helecho marranero (*Pteridium aquilinum*). Presenta un estrato herbáceo y algunas veces uno arbustivo emergente dominado por pioneras como chilcos (*Baccharis bogotensis*, *Baccharis latifolia*, y *Baccharis* nítida), amargoso (*Ageratina* sp.), camargo (*Verbesina nudipes*), arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), chocho (*Lupinus* sp.), cordoncillos (*Piper crassinervium* y *Piper aduncum*), y algunas solanaceae (*Solanum aphyodendron* y *Solanum acerifolium*).

Descripción del disturbio: tipo, origen, magnitud, frecuencia, y recurrencia

Las invasiones por plantas con comportamiento invasor se considera uno de los mayores motores del cambio global, estas pueden afectar negativamente la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los ecosistemas porque afectan los ecosistemas naturales fragmentados, aislados o pequeños, así como aquellos lugares con transformación histórica del hábitat, con cambios actuales en el uso del suelo o rodeados por paisajes predominantemente antropizados.

Los ecosistemas boscosos y humedales sufren una transformación hacia pastizales, y por las otras actividades antrópicas favorece la expansión de las especies invasoras. Las invasoras presentan algunos rasgos funcionales que les permite colonizar e invadir las áreas disturbadas, entre los que se destacan las altas tasas de reproducción, la alta capacidad de competencia y dispersión de sus propágulos, múltiples formas de dispersión, forma de reproducción sexual y asexual, fácil adaptación al estrés ambiental, entre otros.

Por lo general, las invasiones biológicas presentan en el DCS una magnitud moderada, con alta frecuencia y recurrencia en las áreas invadidas. Además de afectar por competencia directa a las especies nativas, suelen promover incendios e incrementar los efectos de las inundaciones.

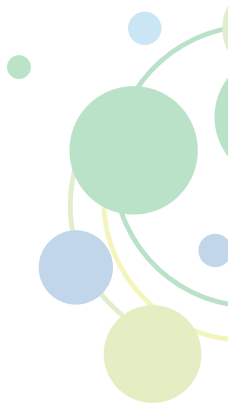
Factores de degradación

Factores limitantes

- Ocupación del terreno por pastos helecho, marranero, ojo de poeta o matandrea, y aparente exclusión competitiva de otras especies.
- Alta densidad de rizomas en el suelo generan una barrera para el desarrollo de otras plantas.

Factores tensionantes

- Lluvia, viento, escorrentía, y microclima.
- Aumento en la dispersión de propágulos y deslizamientos o remociones en masa
- Degradación de las coberturas aledañas.



- Banco de semillas o propágulos grande, profundo y muy esparcido en el terreno, que se fragmenta y dispersa fácilmente por barocoría (gravedad) e hidrocoría (agua).
- Cambios en las condiciones edáficas e hidrológicas.
- Mal drenaje y encharcamiento del suelo en algunos sectores o terrenos sujetos a inundación, pero nunca totalmente sumergidos.
- Pendientes largas y fuertes.
- Transformación histórica de los bosques, humedales, quebradas, y del paisaje en general.
- Contigüidad y conectividad de coberturas silvestres y semi-silvestres con las áreas invadidas por especies de comportamiento invasor en todo el DCS Barbas-Bremen.
- Presencia de terrenos ruderales, marginales, y en proceso de recuperación o descanso.
- Disminución en la regulación microclimática e hídrica, lo que favorece el establecimiento de coberturas menos complejas y de menor biomasa.
- Erosión y pérdida del suelo.
- Los ciclos de desarrollo o la resistencia a las perturbaciones de algunas nativas son más bajos que los de las invasoras.
- Tránsito de personas y vehículos.
- Introducción de las especies invasoras a los potreros, humedales, y áreas invasivas, de manera repetitiva y constante a través de vectores como drenajes, escorrentía, y tránsito de personas y vehículos.
- Ocupación del terreno por herbazales de continuos de especies invasoras en el DCS Barbas-Bremen y en las áreas adyacentes.
- Fenómenos climáticos a escala global, regional, y local (fenómeno del niño y heladas).
- Mantenimiento de terrenos (fincas, áreas conservadas, vías, etc.), y deposición de escombros y residuos (con propágulos de mantandrea) en los drenajes, vías, caminos, o terrenos con menor interés.
- Ampliación de la frontera agropecuaria.
- Alta densidad de biomasa epigea e hipogea de las especies invasoras.
- Escorrentía generada por la lluvia que promueve la dispersión de sus propágulos.
- Remociones en masa.
- Acumulación en diferentes sectores de bancos de propágulos de las especies invasoras de gran tamaño y profundidad.
- Flujo continuo de vehículos y visitantes.



Factores que favorecen la restauración ecológica

Se conocen técnicas y estrategias eficientes para el control y erradicación de las especies invasoras.
El potencial biótico y socioeconómico del DCS Barbas-Bremen

Magnitud del problema	Evolución esperada	Urgencia de intervención
Grave = 3	Muy negativa = 5	Muy urgente = 4

Valoración total del problema. Importancia

Problema muy importante: (3+5+4=12)

Problemas asociados

Ampliación de la frontera agrícola, cambio global, establecimiento de obras civiles, desecación de cuerpos de agua, defaunación, y pérdida de la biodiversidad. Incendios de la cobertura vegetal, daño en la configuración hidrológica.

Líneas de acción

- Plan integral de control, erradicación, eliminación, y contención de invasoras a escala del DCS Barbas-Bremen, microcuencas y predios.
- Establecimiento de revegetación con vegetación pionera y pionera intermedia con fines de erradicación y de prevención de la invasión.
- Control y manejo de vectores y rutas.
- Análisis de riesgo y monitoreo a invasoras.

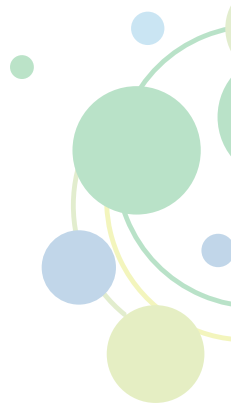
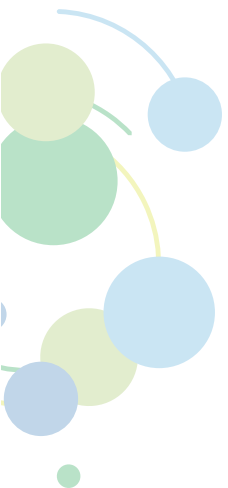


Foto representativa del tipo de área disturbada

Foto: Rubén Jurado



Ubicación: 4° 42' 44.3"N 75° 38' 52.3"O. 1883 m s. n. m.



7. ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

De acuerdo con las definiciones de restauración, rehabilitación, o recuperación, las distintas acciones de restauración ecológica para iniciar o acelerar el restablecimiento de un sistema natural, seminatural, productivo, o un mosaico de estos, se pueden agrupar de diversas maneras. Las acciones, como hemos dicho, pueden variar mucho entre un proceso y otro, sin embargo, la selección del tipo de acciones depende exclusivamente del tipo de disturbio, los factores tensionantes, limitantes, y potenciadores de la restauración. En todo caso, seleccionar cualquier tipo de acciones de restauración dependerá del diagnóstico de restauración. Según Clewell y Aronson (2013) las acciones de restauración se pueden clasificar según su nivel de intervención o de manipulación del ecosistema:

Acciones de regeneración natural prescritas o regeneración espontánea prescrita: consisten en eliminar las fuentes de alteración que causan deterioro y proteger lo suficiente el sitio del proyecto para que ocurran los procesos naturales de recuperación. Este es el nivel menos intrusivo y menos costoso de intervención para lograr la restauración ecológica. Esta acción es considerada por algunos como «restauración pasiva», definición rechazada por Clewell y Aronson (2013), ya que la restauración ecológica, por definición, no es pasiva, y porque el término «restauración pasiva» es utilizado comúnmente para indicar la recuperación natural que carece de intención previa. El término, además, presenta algunas deficiencias conceptuales pues, por una parte, asume que la sucesión ecológica es lineal y estática y, por otra, contradice el término propuesto por SER (2004), donde se asume que la restauración es el proceso de asistir al ecosistema en su recuperación.

De acuerdo con el Plan Nacional de Restauración (MADS, 2015), en la actualidad se propone como una de las técnicas de restauración pasiva el establecimiento de cercado perimetral con cerca de alambre de púa, que tiene como propósito promover la regeneración natural e impedir el ingreso del ganado a las áreas en proceso de restauración. Si bien este tipo de acción de restauración puede ser concebida con buenas relaciones costo-eficiencia, solo se debe acudir a esta cuando los ecosistemas o áreas a intervenir reúnan estas condiciones: 1). El área disturbada tiene poca intervención o transformación; 2). El área no tiene alteraciones en las condiciones biofísicas; 3). Se han eliminado, controlado o mitigado en el interior y el exterior del área a restaurar los agentes más importantes que causan la degradación (ej. especies invasoras); 4). Se ha comprobado en el diagnóstico de restauración que el sistema es capaz por sí solo de retomar su trayectoria sucesional; 5). Se ha comprobado en el diagnóstico de restauración que hay disponibilidad de propágulos de las especies deseadas en las inmediaciones del área a restaurar y es factible su colonización en las áreas

degradadas; 6). Las condiciones del suelo no se encuentran en un estado de degradación tal que dificulte el establecimiento y desarrollo de propágulos deseados; 7). Se han superado los conflictos socioambientales, las necesidades de producción, las diferencias entre propietarios y autoridades ambientales; 8). La comunidad está dispuesta a cambiar las acciones que ocasionan la degradación; y 9). Se cuenta con los recursos para hacer monitoreo, vigilancia y mantenimiento.

Adicionalmente, en el proceso de planificación de la restauración, se debe contemplar que la llamada restauración pasiva, por lo general, es más lenta que los procesos donde se utilizan acciones de regeneración natural asistida, y que el proceso de restauración pasiva puede verse afectado por la aparición de especies invasoras y por presiones antropogénicas no planificadas como la apertura de portones y la ruptura de alambre en los casos donde se ha implementado cercado perimetral (Laycock, 1995; Redi *et al.*, 2005; Guerrero y da Rocha 2010; y Zahawi *et al.*, 2014). Este tipo de acción de restauración es ideal para la recuperación natural de algún sistema alterado, con una nula o mínima intervención o manejo humano, como los mejores lugares de las áreas naturales protegidas o de los predios. Este tipo de acción se recomienda, principalmente, cuando no hay medios económicos suficientes o hay dificultades logísticas para recuperar áreas que son relativamente extensas. El principio básico de este tipo de restauración es dejar que el sistema siga su curso natural de recolonización de especies nativas.

Acciones de regeneración natural asistida: describe los proyectos donde se puede reparar el ambiente físico, con el mínimo esfuerzo en áreas pequeñas. Igualmente, incluye acciones como liberar especies nativas deseables de la competencia, quema prescrita, plantaciones en forma de núcleos de vegetación, la construcción de microcaptaciones para agua y nutrientes, medidas similares para promover la diversidad de nichos, y la colocación de perchas para las aves frugívoras.

Acciones de reconstrucción parcial: soluciones técnicas que pueden incluir la reparación mecanizada del entorno físico, utilizando métodos de ingeniería civil o agronómica que se aplican en áreas amplias. Por ejemplo, remodelación de cauces, llenado de zanjas, subsolado del suelo, aplicación a gran escala de productos agroquímicos, aplicación de mantillo, dispersión mecánica de semillas y el cultivo mecanizado de las especies en vivero.

Acciones de reconstrucción completa: los proyectos dependen enteramente de soluciones técnicas y no de regeneración natural. La reconstrucción completa es, a veces, la única opción disponible cuando el ecosistema a restaurar ha sido totalmente destruido. Un ejemplo de lo anterior son las zonas donde se han producido actividades mineras.



Tipos y acciones de restauración asistida y de reconstrucción parcial o completa

Revegetación: es una de las acciones de restauración ecológica más importantes y ha sido ampliamente utilizada en proyectos con diferentes tipos de disturbio, estados de degradación, tipos de ecosistema, y escalas espaciotemporales. La implantación de vegetación en las áreas degradadas es una herramienta útil para solucionar o mitigar, en gran medida, la mayoría de los factores tensionantes y limitantes, generando, además, una gran variedad de relaciones ecológicas positivas que le otorgan al proceso de restauración, y al ecosistema, resiliencia, estabilidad del sustrato, control de los procesos erosivos, mejora en los procesos hidrológicos, reciclado de nutrientes, captura y transferencia de energía, calidad paisajística, regulación microclimática, recuperación de hábitats para la fauna, entre otros beneficios (Barrera-Cataño *et al.*, 2010 y Aguilar-Garavito, 2014).

La revegetación cuenta con diferentes métodos de repoblamiento y, a lo largo de la historia, se han presentado muchos casos de éxito y fracaso. En la actualidad, esta técnica todavía presenta mucha incertidumbre, sin embargo, en este documento presentamos algunas recomendaciones que se pueden tener en cuenta al momento de diseñar, implementar, y evaluar un proyecto de revegetación.

Elección de especies: es un proceso esencial que se fundamenta en la reflexión y análisis de conocedores locales, botánicos, y restauradores, utilizando una serie de criterios (adaptado de Barrera Cataño *et al.*, 2010; Aguilar Garavito, 2014; y Vargas, 2015):

- Listados de vegetación de la zona y estudios fitosociológicos actualizados. Se recomienda la utilización de especies dominantes presentes en las proximidades de la zona a repoblar y en hábitats comparables.
- Revisión de información bibliográfica sobre especies recomendables para la zona de acuerdo con el tipo de disturbio, el comportamiento de las especies, y los objetivos de restauración.
- Las especies deben ser capaces de superar las limitaciones ecológicas del terreno a restaurar, para ello se debe tener en cuenta la autoecología de la especie, la vegetación potencial del ecosistema, el régimen de disturbios, y el nivel de degradación del terreno. También se debe hacer un contraste entre las limitaciones ecológicas y la contribución de la especie con los objetivos de la restauración.
- Objetivos del proyecto de restauración: productividad, conservación, y uso social o multifuncional. Se debe considerar que las especies sean compatibles con el medio,

se deben escoger unas pocas especies que sean de interés en sí mismas, por razones de conservación, y/o porque contribuyan a la mejora del ecosistema (especies claves o ingenieras del ecosistema que mejoren el hábitat y que otorguen resistencia a las perturbaciones). También es necesario tomar en consideración las interacciones positivas con el suelo y la fauna, de tal forma que mejoren las condiciones y faciliten la colonización espontánea de la vegetación.

- Disponibilidad: si las plantas están presentes en el área a restaurar y si están disponibles en los viveros locales.
- Facilidad en el manejo de la especie durante el proceso de establecimiento.

Biodiversidad específica y de rasgos funcionales: para garantizar el éxito en la restauración basada en la técnica de revegetación, se debe manipular adecuadamente la sucesión, introduciendo componentes claves (vegetación arbórea, herbácea, arbustiva, nodrizas, y sus simbiontes), pero que tengan un uso diferencial de los recursos. Por lo tanto, las plantaciones mixtas (con más de una especie), promueven la riqueza y diversidad, generando mecanismos de coexistencia, y una mayor variabilidad en el hábitat, lo cual favorece a los dispersores y la adaptabilidad de especies para la germinación y crecimiento (Aguilar-Garavito, 2014 y Vargas, 2015).

Calidad del material vegetal: es uno de los componentes más importantes de los que depende el éxito de la restauración de una cubierta vegetal. Está determinada por características genéticas, sanitarias, morfológicas, y fisiológicas. Para lo anterior, se deben garantizar las buenas prácticas en el vivero, deberán ser plantas jóvenes, la proporción entre biomasa aérea (ramas, tallos y hojas) y raíces puede variar entre 2:1 y 3:1, la planta deberá estar bien arraigada al cepellón, no deberá presentar cicatrices, torceduras, heridas, herbivoría, ni estar afectada por hongos (Vargas, 2015).

La planta debe presentar un buen sistema radicular para superar el estrés hídrico de la plantación, y deberá presentar un buen tamaño, ya que este garantiza la capacidad de captación de luz solar, agua, y nutrientes, así como la capacidad de producción de carbohidratos. Un mayor tamaño también otorga una ventaja competitiva frente a pastos, helecho marranero, matandrea, y otras plantas exóticas con comportamiento invasor, porque el tamaño de la planta se relaciona con la capacidad de captación de luz solar, agua, nutrientes, y capacidad de producción de carbohidratos solubles, y, por lo tanto, una mayor biomasa aérea y radicular, proporcionando así ventajas competitivas y para el establecimiento en campo.

Un mayor tamaño en las plantas es más eficiente en ambientes con una fuerte competencia herbácea, por otra parte, las plantas de mayor tamaño pueden generar un mejor reclutamiento porque producen mejores semillas. Las plantas grandes y más vigorosas poseen un mayor contenido de nutrientes y carbohidratos de reserva y esto se lo transmiten a sus semillas.

Se recomiendan los siguientes tamaños: herbáceas entre 0,10 m y 0,20 m, arbustos entre 0,70 m y 1 m., y árboles entre 0,7 m y 1,5 m (Aguilar Garavito, 2014 y Vargas, 2015).

Método de revegetación: el método de plantación es la forma de introducir las nuevas especies en el terreno. Existen dos métodos básicos: el método de siembra que consiste en colocar directamente semillas sobre el terreno a repoblar, y el método de plantación que consiste en colocar plántulas o plantones a raíz desnuda o en envase mediante enterramiento adecuado del sistema radical (Aguilar-Garavito, 2014 y Vargas, 2015).

Preparación del terreno: la preparación del terreno para la revegetación se justifica en todo caso para poder alojar la planta, facilitar el arraigo, y el primer desarrollo. La preparación del terreno mejora el aporte de agua a la plantación. La preparación del suelo a la que se hace referencia es física, a través de la apertura de hoyos, y química, aportando abono orgánico. La preparación se debe realizar de manera puntual, sin inversión o con inversión muy parcial de horizontes del suelo, y se ejecutará de manera manual o mecánica, con una profundidad variable, dependiendo de las condiciones del suelo y el tipo de planta a establecer. Se debe tener en cuenta que entre más profundo y amplio sea el ahoyado, mejor será el efecto en el suelo; así mismo, la vegetación y el establecimiento de trampas de agua y de técnicas para la recolección de la escorrentía mejoran el establecimiento de la vegetación.

Se recomienda utilizar enmiendas orgánicas para mejorar las condiciones del suelo y la adición de materiales orgánicos para crear una capa superficial que mejora la infiltración de la lluvia, la conservación del agua en el suelo, y los nutrientes del mismo. Es mejor utilizar enmiendas orgánicas que hidrogeles porque ofrecen mejores resultados al aumentar la reserva de agua útil del suelo y la capacidad de aprovechamiento por parte de las plantas; además, el uso de hidrogeles es costoso y en algunas condiciones de sequía extrema los hidrogeles pueden extraer el agua de la raíz de la planta, incrementando su estrés hídrico (Aguilar-Garavito, 2014 y Vargas, 2015).

Época de plantación: La época recomendada para la plantación es el inicio de los periodos de lluvia. La reposición de marras se planea al inicio de la segunda temporada de lluvias del año. Una vez establecida la campaña de plantación, como un marco general se establece que los días adecuados para plantar dentro de esa época son aquellos con tempero adecuado en el terreno y cuando no se estén produciendo vientos fuertes, humedades relativas bajas, ni heladas. También se excluirán los días cuando el suelo se encuentre encharcado.

Distribución de la plantación en el espacio: para garantizar el éxito de la plantación es recomendable la selección de los micrositios más favorables para el establecimiento de la vegetación, más que una distribución uniforme en el espacio o un marco de plantación fijo, regular y estricto. Para esto es recomendable observar en campo aquellos lugares donde la vegetación se establece espontáneamente e imitar a la naturaleza. Generalmente la vegetación escoge abrigos rocosos, abrigos de vegetación preexistente, y zonas con mejores condiciones edáficas, de humedad, o climáticas.

Por lo anterior, se recomienda plantar en núcleos de vegetación densos, concéntricos, o en hileras, pero seleccionando sectores del terreno donde no incidan con tanta fuerza factores climáticos, edáficos, o hídricos que puedan poner en estrés o en competencia la vegetación que se va a plantar, estos micrositios pueden ser: bordes o contornos de bosque, claros al interior de matorrales, arbustales o bosques, ecotonos, vegetación aislada preestablecida que sirva como nodriza, riberas de ríos, quebradas, o nacimientos de agua, zonas con mejor drenaje y humedad, depresiones del terreno, abrigos rocosos, zonas con baja pendiente, áreas a barlovento en las laderas medias o cimas, terrenos con mejor estabilidad, zonas con menor incidencia de vientos o de eventos antrópicos, y zonas con suelos mejor conservados (Aguilar Garavito, 2014 y Vargas, 2015. Esto puede mejorar el establecimiento de la vegetación planta y el reclutamiento de vegetación espontánea. Estos núcleos también pueden servir como núcleos de dispersión.

Densidad y espaciamiento: se recomienda que independientemente del marco de plantación se establezcan módulos, núcleos, grupos de plantas o mosaicos con bloques de plantación, de manera densificada, y con distribución heterogénea en el espacio, ubicándolos en los lugares más favorables, es decir, tomar un área de gran tamaño y dividirla en pequeños lotes, seleccionando micrositios y plantando a poca distancia entre individuos, generando aglomerados de vegetación espesa que se destacan en el paisaje.

La plantación en grupos y altas densidades puede traer los siguientes beneficios: se favorece la regeneración natural y la dispersión de semillas; se direccionan gran variedad de flujos naturales en el ambiente degradado, sirviendo como trampolines entre fragmentos vecinos; aumenta la probabilidad de establecimiento porque se mejoran las condiciones microclimáticas; se garantiza el establecimiento de, al menos, un árbol por grupo; se reduce la predación porque disminuye el acceso de los hervíboros; se ve favorecida la germinación de ciertas especies con determinados requerimientos microclimáticos; se ve favorecido el acceso a recursos limitantes porque se mejoran las características del hábitat; la densificación genera un efecto inhibitor por sombra sobre los pastos y otras plantas exóticas con comportamiento invasor; garantiza el establecimiento de especies con



mayores requerimientos ambientales (esto se logra si se ubican, a los extremos del núcleo o módulo, plantas que las protejan de la incidencia directa del sol, vientos, incendios, ganado, o transeuntes); y bajos costos con respecto al método tradicional de reforestación porque no se requiere plantar la totalidad del lote a revegetar (Aguilar Garavito, 2014 y Vargas, 2015).

Adicionalmente, se recomienda realizar plantaciones mixtas (con diferentes especies) o arreglos florísticos, pero con historias de vida o rasgos funcionales complementarios. Esto puede permitir la integración de elementos florísticos como pioneras intermedias con especies de estados iniciales.

Las reforestaciones convencionales con bajas densidades de siembra (400-1100 árboles/ha), arreglos espaciales, trazados, plateo, así como el empleo de pocas especies o de especies con solo un tipo de crecimiento, el uso de plantas de estados avanzados de la sucesión en fases iniciales del establecimiento o en áreas con incidencia directa de la luz, en medio de invasoras y con poca altura o calidad, hacen más costoso y complicado el establecimiento de la vegetación, afectando el éxito y la economía del proyecto (Lozano *et al.*, 2009; Aguilar Garavito, 2014; y Vargas, 2015).

En síntesis, se recomienda establecer plantaciones en núcleos, grupos, o módulos de diferente forma, distribución, número de individuos, biodiversos, y con plantas de diferentes hábitos y atributos vitales, pero seleccionando y estableciendo vegetación con criterio ecológico, de calidad, en hoyos grandes, y en alta densidad. Según las experiencias del DCS Barbas-Bremen se recomiendan densidades entre 2000 a 3000 árboles por hectárea y entre 3500 y 4000 arbustos por hectárea (Lozano *et al.*, 2009 y Vargas, 2015).

Mantenimiento de áreas revegetadas

Eliminación de las plántulas de invasoras o de alta densidad y muy competitivas (pino, eucalipto, acacias, pastos, helecho marranero, chusuque, ojo de poeta, matandrea, urapán, entre otras) que hayan sido reclutadas. Durante el primer año de la plantación se deberá eliminar trimestralmente todos los individuos de las plantas con potencial invasor o invasoras, las cuales se reclutarán después de la repoblación forestal. Esta operación consistirá en arrancar manualmente y de raíz las plántulas que aparezcan. A partir del segundo año esta labor deberá repetirse semestralmente, y después del cuarto año se repetirá anualmente. Las plántulas deberán arrancarse en toda la unidad de actuación, en el lugar donde se realizó el plateo inicial, en el área de eliminación inicial que se efectuó al momento de establecer la revegetación, o en el área que plantee la meta del proceso de restauración (Aguilar Garavito, 2010).

Reposición de mortalidad. Esta operación consiste en la sustitución de plantas muertas en los dos primeros años a la plantación. No se considera la mortalidad natural que pueda ocurrir en años posteriores.

El proceso operativo será siempre manual y se ejecutará en época similar a la de la plantación. Las directrices para la reposición de marras es la siguiente:

- a. *Porcentaje admisible de mortalidad:* será en función de la densidad inicial de plantación y se aplica a nivel de módulo de plantación. En este caso se reemplazarán los individuos muertos o aquellos cuyo grado de marchitez o afectación por plagas sea irrecuperable. Al respecto, se ha estimado un porcentaje de marras del 10 % para el primer y segundo año. Otros porcentajes admisibles relacionados con la densidad final de siembra se presentan en la tabla 15:

Tabla 15. Porcentaje admisible de mortalidad.

Densidad final	Porcentaje admisible
400 a 1000 plantas/ha	Menor de 5%
1000 a 2000 plantas/ha	Menor de 10%
2000 a 2500 plantas/ha	15%
Más de 2500 plantas/ha	20%

Fuente: tomado de Serrada (2000)

- b. *Edad admisible:* las plantas muertas se deberán reponer como máximo al año siguiente de la plantación, para el caso de las especies de rápido crecimiento. Las plantas de lento crecimiento se podrán reponer hasta el segundo o tercer año de la plantación como máximo. En todo caso, la reposición de material muerto se realizará en postura diferente de la plantación inicial, sin extracción de la planta muerta. Esto con el fin de permitir futuros rebrotes de plantas aparentemente muertas, pero cuya cepa no murió, y para evitar que se vuelva a repetir el daño si la causa de la marra fue una mala condición edáfica.



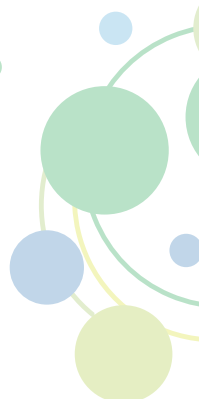
- c. *Evaluación de mortalidad:* se realizará a nivel de módulo de revegetación, seleccionando tres módulos al azar por cada tipo de área de actuación. En cada módulo de revegetación seleccionado se contarán todos los individuos plantados y se da como valor de cada área de actuación la media de los módulos muestreados. Dicha evaluación se realizará a partir de la metodología de los formatos de campo propuestos para tal fin, los cuales se deben detallar en el documento del Programa de Evaluación y Seguimiento (PEyS) o de monitoreo.
- d. *Época para evaluar la mortalidad:* se deberá realizar en el mes de diciembre siguiente a la plantación, o antes de que inicie el periodo de máxima sequía. Esto para evitar una sequía anormal de un valor superior al esperado.
- e. *Inventario de mortalidad:* se contabilizarán separadamente las plantas muertas que no presenten crecimiento longitudinal de las que sí, asumiendo que la causa más probable de muerte de las primeras sea una mala calidad o estado de la planta antes de la plantación, o una mala ejecución de la plantación.

Riegos: Este cuidado se aplicará únicamente en épocas secas. El objetivo, aparte de conseguir un mayor desarrollo en las primeras edades y asegurar un bajo porcentaje de marras, es mantener la vegetación y un máximo crecimiento (Serrada, 2000).

El riego, en estos casos, se realizará por planta, para lo cual, antes de proceder a la plantación (solo en terrenos planos), deben quedar ejecutadas las nivelaciones de terreno necesarias; se hará con cisternas o mangueras con cabeza regadora tipo aspersor y se realizarán alcorques en cada planta, previo al riego. Se realizarán riegos de establecimiento y de mantenimiento (Serrada, 2000).

El riego de establecimiento se aplicará inmediatamente a la plantación. Su objetivo es favorecer la adherencia de las raíces a la tierra y compensar deficiencias de tempero en el suelo al momento de la plantación. El riego de mantenimiento tiene por objeto aumentar la supervivencia a lo largo de la primera época seca. Se aplicarán dosis de 2,5 litros por planta, dos veces al mes, durante los doce meses siguientes a la plantación (Aguilar Garavito, 2010). En épocas extremadamente secas, como en fenómenos del niño, la dosis y la periodicidad de riego se debe triplicar.

Realce: en aquellos módulos de revegetación en donde el viento azota con frecuencia e intensidad, el movimiento oscilatorio de la planta puede ocasionar un hueco en forma de cono invertido alrededor del cuello de la raíz, lo cual provoca desecaciones del suelo alrededor de la zona radical, daños por insolación, y calentamiento. En aquellas plantas se deberá aportar tierra manualmente con el azadón sobre la zona afectada (Serrada, 2008).



Protección contra daños producidos por animales: deberán reponerse y reestablecerse los postes, grapas, y alambre que se haya caído o perdido. Para lo anterior se sigue el mismo procedimiento de instalación inicial. La periodicidad de este mantenimiento será durante el primer año, semestralmente, y después bianualmente (Serrada, 2000).

Por otra parte, en aquellos lugares donde se detecte que conejos, roedores, u otro tipo de animales silvestres están afectando el tallo principal, podrá reforzarse el cercado con malla conejera de 60 cm de altura. También podrán utilizarse mallas plásticas de forma cilíndrica de protección individual. Lo anterior debe mantenerse durante los dos primeros años de la repoblación o hasta que los tallos se hayan lignificado. Las anteriores mallas son recuperables una vez se haya superado la edad de peligro (Serrada, 2000). Para hacer la protección individual de las plantas nunca se recomienda utilizar tubos o materiales cerrados como estos, pues aumentan la temperatura y pueden ocasionar otros daños (Serrada, 2000 y 2008).

Mantenimiento de obras complementarias: si en el proyecto de restauración se establecieron obras complementarias como zanjas, trinchos, perchas, trampas de semillas, o cualquier otro tipo de actuaciones, estas deberán revisarse y repararse de ser necesario, teniendo en cuenta la siguiente frecuencia de mantenimiento: durante los dos primeros años, anualmente, y luego se realizará cada dos años hasta el año diez. Las zanjas deberán ser limpiadas y el material que se extraiga de ellas deberá conformar un pequeño jarillón ubicado en el lugar contrario de la zanja de donde provenga la caída del agua que se quiera coleccionar. Para los trinchos deberá comprobarse su arraigo en el suelo, su inclinación, y el estado de los parales y durmientes del mismo. En caso de que sea necesario, se deberá corregir la inclinación, fijar y asegurar en el suelo los parales del trincho, cambiar el material dañado, y reajustar los amarres.

Para las perchas deberá comprobarse su arraigo, inclinación, y el estado de los materiales que la constituyen. En caso de encontrar alguna anomalía deberá corregirse el arraigo e inclinación, cambiarse los materiales dañados, y ajustar los soportes y amarres. Las trampas de semilla generalmente se utilizan para coleccionar propágulos de plantas invasoras o de plantas especialmente deseables. En ambos casos deberán limpiarse tal y como se realiza con las zanjas, pero el material extraído del fondo y laterales de las áreas con especies con potencial invasor deberá recibir el adecuado proceso de gestión para descontaminar y eliminar dichos propágulos. En el caso de que la trampa de semilla se realice para coleccionar semillas deseables, dicho sustrato extraído del fondo de la zanja deberá ser transportado hasta el vivero, donde se realiza el manejo adecuado del mismo. En ambos casos se deberá constituir un pequeño jarillón al costado contrario de la zanja de donde provenga el agua o el sustrato que se quiera coleccionar.

Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP)

Para hablar de Herramientas de Manejo del Paisaje o HMP, primero debemos hablar de ecología del paisaje y sus elementos. La ecología del paisaje es la parte de la ecología que estudia la estructura, función, y cambio de paisajes heterogéneos que tiene su énfasis en escalas amplias y en los efectos ecológicos del patrón espacial de los ecosistemas, específicamente considerando el desarrollo, dinámica y manejo de la heterogeneidad espacial, las interacciones e intercambios a través de paisajes heterogéneos, y la influencia de la heterogeneidad espacial en los procesos bióticos y abióticos. La ecología del paisaje permite, a través de su desarrollo conceptual, metodológico, y técnico, servir de nódulo de convergencia para producir, junto con otras disciplinas, conocimiento científico dirigido a la solución de problemas ambientales en el marco del desarrollo sustentable. Se distinguen cuatro tipos básicos de elementos estructurales del paisaje de acuerdo, principalmente, con su forma, extensión, y capacidad de interconexión: parches, elementos lineales, bordes, y matriz.

¿Qué son las Herramientas de Manejo de Paisaje? De acuerdo con Lozano *et al.*, (2009) y Vargas (2015) son los elementos del paisaje constituidos, o el manejo que se dé a los elementos existentes, que provean hábitat para las especies silvestres, o que contribuyan a aumentar la conexión y la conectividad funcional en el paisaje. Son diseñadas para la reducción de la presión sobre los elementos identificados como prioritarios para la conservación, al proveer hábitat e incrementar la conectividad a nivel de paisaje.

¿Qué función cumplen las Herramientas de Manejo de Paisaje? De acuerdo con Lozano *et al.*, (2009) las HMP tienen una función dependiendo de la ubicación en el paisaje, el manejo, y los niveles de extracción definidas. Dentro de las HMP que cumplen funciones de reducir la presión mediante reconversión de sistemas productivos para hacerlos amigables con la diversidad biológica, están los sistemas silvopastoriles, la agricultura ecológica, los sistemas agroforestales, la liberación de áreas en potreros para enriquecimientos vegetales, la revegetación con especies nativas, entre otras. Entre las HMP que proveen hábitat mediante la protección de áreas de vegetación nativa se encuentran la protección de fragmentos de bosque, humedales, cañadas, etc., todo esto bajo faenas de revegetación, y dentro de las HMP que cumplen la función de incrementar la conectividad de los elementos del paisaje, están la implementación de corredores biológicos, revegetación y reconexión de bosques riparios (quebradas), establecimiento de cercas vivas (con maderables, con especies multiestrato, como barreras rompe vientos, etc.), árboles aislados en potreros, entre otros.

HMP en línea simple

Cercas vivas: plantaciones establecidas en los linderos o divisorias de lotes, compuestas por especies forestales multipropósito plantadas como cerramientos, las cuales, además, sirven para la producción de leña, madera, frutos, forrajes, entre otros. Su objetivo es reemplazar el poste muerto por un poste vivo al cual va adherido el alambre; se diferencia de la barrera rompevientos porque la orientación, altura, y estructura no son de tanta importancia, ya que en su diseño no se contempla maximizar el impacto sobre el microclima del predio.

Las cercas vivas son elementos lineales del paisaje que están estrechamente asociadas con uso agropecuario. El establecimiento de cercas vivas en predios privados contribuye a la conservación de la biodiversidad, permitiendo el movimiento por el paisaje de algunas especies de insectos propias del interior del bosque como coprófagos y mariposas; proveen hábitat favorable para la reproducción de especies de aves y, de acuerdo a su estructura y composición, contribuyen a aumentar la riqueza de aves, pequeños mamíferos, e insectos en el paisaje.

El establecimiento de cercas vivas es recomendable para todos los sistemas productivos y fincas del DCS Barbas-Bremen para reemplazar gradualmente las cercas muertas, disminuir los costos de mantenimiento, y proveer recursos para aves y pequeños mamíferos. Tradicionalmente los estacaones que se emplean en el establecimiento de cercas son extraídos de especies comerciales como eucalipto y pino, o son extraídos del bosque, especies como el cedro negro o nogal (*Juglans neotropica*) y el sin muerte (*Sessea corymbiflora*).

Las especies usadas para este fin deben tener la capacidad de enraizar y emitir rebrotes, elementos de gran importancia para el establecimiento de cercas vivas con especies locales. En la tabla 16 se presenta un listado de especies recomendadas para las cercas. Tener en cuenta que el grosor del estacón es un factor importante en el prendimiento de estacaones en cercas. Se recomienda este procedimiento para trabajar con los estacaones:

1. Extraer estacaones de ramas evitando cortes a ras de tronco.
2. Transportar con cuidado los estacaones para no estropear yemas.
3. Almacenar en un lugar fresco y sombreado por 24 horas.
4. Realizar el corte basal del estacón en forma de bisel (diagonal) para incrementar el área de enraizamiento y disminuir pudriciones.



5. Enterrar el estacón en el suelo entre 25 cm y 30 cm.
6. El uso de enraizadores químicos (Hormonagro) u orgánicos (cristales de sábila) se justifica cuando el volumen de estacones es bajo. Cuando se manejan altos volúmenes resulta demasiado dispendioso.
7. Seleccionar los rebrotes eliminando los de las partes basal y media del estacón para inducir mayor desarrollo en los rebrotes apicales.
8. Seleccionar los rebrotes de mayor vigor.
9. Establecer estacones plantados en terrenos pantanosos, muy secos, o pedregosos tiene menores probabilidades de prendimiento.
10. Seleccionar la especie adecuada.

Tabla 16. Especies recomendadas para cercas

Nombre común	Especie	Familia
Molde, cajeto	<i>Delostoma integrifolium</i>	Bignoniaceae
Higuerón	<i>Ficus andicola</i>	Moraceae
	<i>Ficus glabrata</i>	Moraceae
	<i>Ficus hartwegii</i>	Moraceae
	<i>Ficus killipii</i>	Moraceae
Higueron, Caucho	<i>Ficus tonduzii</i>	Moraceae
Higuerón raspador	<i>Ficus velutina</i>	Moraceae
Caucho, lechero	<i>Morus insignis</i>	Moraceae
Yuco, Yuco de montaña	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	Bombacaceae
PedroHernandez	<i>Toxicodendron striatum</i>	Anacardiaceae

- a. Barreras rompevientos: barrera de vegetación orientada contra la dirección dominante del viento y con una estructura de suficiente densidad, altura, y continuidad como para reducir la velocidad del viento en un área definida.
- b. Barreras vivas: plantación de árboles o arbustos en líneas de contorno dentro de un terreno de cultivo.

HMP para los sistemas agroforestales

Sistema de manejo sostenido del suelo donde se combina la producción de árboles, agricultura, pastos, y animales de forma simultánea o secuencial en una unidad de terreno,



utilizando distanciamientos que permiten a los componentes compatibilidad en la utilización de agua, suelo, y luz solar, aplicando, a la vez, prácticas culturales de cultivo compatibles con los sistemas tradicionales de los campesinos.

- a. Sistema agrosilvícola: es una combinación de cultivos agrícolas y árboles. Normalmente se pueden establecer cultivos agrícolas de tipo anual y/o semipermanente tipo frutales de tierra fría, dentro de una plantación forestal; la interacción de los cultivos en tiempo y espacio está directamente relacionada según las distancias de siembra. Dentro de esta categoría se pueden considerar los siguientes sistemas: cultivos bajo plantaciones forestales, árboles frutales, cultivos anuales, y árboles protectores o mejoradores de suelo en cultivos.
- b. Sistema silvopastoril: sistema que combina la plantación masiva de árboles o árboles individuales con el pastoreo. El objetivo de esta combinación es principalmente la ganadería, en donde el árbol es un componente de producción y servicio, suministrando sombra, forraje, frutos, madera, y leña. Son técnicas que integran en un sistema productivo el manejo de árboles y la producción agropecuaria en una finca.

Existen varias formas para integrar el componente arbóreo: árboles dispersos en potreros y campos agrícolas, cercas vivas, bancos forrajeros, y sistemas agrosilvopastoriles intensivos. Este último tipo de sistema productivo tiene las siguientes características: es un tipo de agroforestería pecuaria que incorpora arbustos forrajeros (fijadores de nitrógeno, tolerantes al ramoneo, de rápido y vigoroso rebrote, y alta tasa de consumo por el ganado), plantados a altas densidades —10.000 arbustos/ha—, asociados con pastos de alta producción de biomasa, árboles nativos, y árboles introducidos. El manejo se da con el pastoreo rotacional intensivo con cercas eléctricas, oferta constante de forraje de otras plantas, y de agua de abrevadero. Los objetivos de la implantación de los sistemas agrosilvopastoriles son: conservación del agua; mejora de los suelos, el pasto, el ganado, de los productos en general, de la biodiversidad, y de los servicios ecosistémicos; y aumento del tipo y calidad de los productos de la finca.

- c. Sistemas Agroforestales Pecuarios (SAP): en el sistema ganadero convencional de monocultivos de gramíneas sin árboles, el pastoreo es un motor de degradación, sin embargo, en un manejo silvopastoril puede contribuir a la rehabilitación de tierras degradadas, y si estos sistemas se integran con corredores biológicos que conectan los fragmentos de bosque de distintos tamaños, el sistema ganadero contribuye a la restauración ecológica del DCS Barbas-Bremen a escala de paisaje. Los SAP son la estrategia principal para transformar la ganadería tradicional y para hacer restauración en paisajes ganaderos. Durante el proceso de restauración se reconvierte la forma de

producción ganadera, cambiando el régimen de disturbios, controlando los factores de degradación, y permitiendo la heterogeneidad y diversidad estructural, composicional, y funcional, maximizando la productividad y eficiencia de la ganadería.

Estos sistemas son más rentables y se fundamentan en principios agroecológicos. El diseño de los SAP incorpora varios manejos naturales, promueven una amplia variedad de cultivos, protegen el suelo y, tanto el control biológico y fertilidad, dependen de procesos naturales. Existen diferentes tipos de SAP y, en cierta forma, son similares a las HMP, por ejemplo: árboles dispersos en potreros, cercas vivas, barreras, rompimientos, bancos mixtos de forrajes, pastoreo en plantaciones forestales, y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI).

- d. Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPI): es un arreglo agroforestal de varios estratos que combina el cultivo agroecológico de arbustos forrajeros en alta densidad (mayor a 5000 por ha) para el ramoneo directo del ganado, con pastos tropicales seleccionados y árboles maderables o frutales para la industria, el autoconsumo, o la protección de biodiversidad, con densidades que varían entre 25 y 500 árboles por ha. Este sistema requiere la oferta permanente de agua de buena calidad en bebederos móviles y sal mineralizada. La periferia y las divisiones internas de los potreros se establecen con cercas vivas y el ganado se maneja con cercas o cintas eléctricas fijas o móviles. A diferencia de los sistemas ganaderos convencionales, los SSPI se sustentan en procesos ecológicos, no en energía fósil ni en productos industriales. Los arbustos sembrados en muy alta densidad, que diferencian al sistema intensivo de otros sistemas silvopastoriles, cumplen funciones agroecológicas fundamentales: reducen el daño de las heladas, protegen el suelo de la erosión, mejoran el reciclaje de nutrientes, y proporcionan alimento de calidad para el ganado y hábitat para organismos controladores biológicos de las plagas de los pastos y algunos ectoparásitos de los animales.
- e. Los sistemas silvopastoriles reducen el costo de producción con múltiples beneficios ambientales e incrementan de manera importante la productividad del sistema. Así mismo, las áreas SSPI generan una menor afección al suelo, mejor ciclado de nutrientes, fertilidad, menor producción de plagas, y mejor estructura del suelo.
- f. Otro aspecto importante es que los SSPI son más resilientes a los fenómenos climáticos.

HMP para la protección o restauración de fragmentos

- a. Fragmentos de bosque para conservación: restauración del sistema bosque para la conservación de flora y fauna integrado, donde prevalece el propósito de conservación y sólo se permiten ciertas acciones de uso.



- b. Plantaciones productoras: establecimiento de sistemas forestales cuyo objetivo es la producción de madera para aserrío o pulpa.
- c. Parches dendroenergéticos: plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento y alto poder calorífico con densidades de siembra altas, establecidas con el propósito de producir biomasa leñosa, a corto plazo, para consumo local. En algunos casos se implementa para disminuir la presión sobre los bosques nativos y reducir costos y esfuerzos de recolección a las comunidades rurales.
- d. Bancos de proteína: están constituidos por especies arbustivas y arbóreas leguminosas y no leguminosas, con alto contenido proteico, sembradas a altas densidades, que permiten la suplementación estratégica de especies pecuarias de acuerdo a su etapa productiva. Dentro de esta categoría se involucraron los bancos de forraje debido a la interacción de estos con especies arbustivas.

HMP para el enriquecimiento del parche de bosque o suplementación

Enriquecimiento o suplementación del rastrojo o parche de bosque: establecimiento de especies vegetales valiosas ecológicamente, en el interior de rastrojos o parches de bosque (puede ser introduciendo nuevas especies, lo que sería enriquecimiento, o incrementando la densidad de especies que ya existen en el parche, que es suplementación).

HMP para la protección mediante cercamientos

Cercado o aislamiento de áreas con fines de protección y conservación (nacimientos de agua, cañadas, humedales, entre otros), con postes vivos o muertos, y alambre de púas o cerca eléctrica; utilizado como complemento de las herramientas anteriormente mencionadas y cuya característica principal es facilitar el subsiguiente proceso de revegetar.

Corredores ribereños como ejes de intervención

Los corredores ribereños son franjas de vegetación que se dejan a lado y lado de las corrientes de agua, que contribuyen a la protección y estabilidad del ambiente acuático, y que son claves para el funcionamiento hídrico de la cuenca. Los pasos para la restauración de un corredor ribereño en una microcuenca ganadera son: retiro del ganado; revegetación y manejo de la regeneración natural; en algunos casos es necesario excavar un cauce definido y con curvas; y establecer bebederos portátiles para el ganado es obligatorio para la restauración de corredores ribereños. En la medida en que se restablece el corredor ribereño también se observa la recuperación gradual de las pozas y rápidos de la quebrada.

Planificación Predial Participativa (PPP): herramienta clave para la reconversión ganadera

La planificación es el proceso participativo a través del cual se definen los cambios en el uso de la tierra, y en el manejo de los recursos naturales que son necesarios para mejorar la sostenibilidad y la generación de bienes y servicios ambientales en un predio rural, con base en el análisis de la situación social y ambiental histórica, las condiciones actuales, y los sueños o expectativas de los productores. El proceso logra un efecto multiplicador en la medida en que actores sociales trabajan en equipo con grupos de productores para repensar el uso del territorio, desde la escala predial, hasta la escala de paisaje.

El establecimiento de herramientas de manejo del paisaje forma parte de la estrategia de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en paisajes rurales que ha venido adelantando el Instituto Humboldt desde 2004, y que parte de la identificación de sitios prioritarios, basada en información primaria sobre los patrones de distribución de la biodiversidad alfa, beta, y gamma de tres grupos objetivo (plantas, aves, y hormigas), y la caracterización socioeconómica del paisaje del cañón del río Barbas. Esta estrategia, además, se apoya en programas de comunicación participativa y generación de instrumentos de política que facilitan la negociación con los propietarios privados, contribuyen a generar valoración, apropiación, y conocimiento de la biodiversidad nativa a nivel comunitario e institucional, y buscan compensar a los dueños de los predios respecto al costo de oportunidad que significa destinar áreas productivas para conservación.

Documentos recomendados para áreas afectadas por ganadería, sistemas silvopastoriles, y Herramientas de Manejo del Paisaje

Calle, A., Montagnini, F. y Zuluaga, A. F. (2009). Farmer's perceptions of silvopastoral system promotion in Quindío, Colombia. *Bois et forêts des tropiques*, 300(2), 79-94.

Calle, Z. (2003). *Restauración de suelos y vegetación nativa. Ideas para una ganadería andina sostenible*. Cali, Colombia: CIPAV.

____ (2007). *Fodder banks as tools for the ecological restoration of tropical forests* (pp. 103-119). En P. Leterme y A. Buldgen.

____ (2015). *Restauración ecológica de áreas afectadas por ganadería*. En M. Aguilar-Garavito, W. Ramírez y N. Peña González (ed.). Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación Alexander von Humboldt - Programa para el fortalecimiento de capacidades regionales sobre restauración ecológica.

- Chara, J. y E. Murgueitio, E., (2005). The role of silvopastoral systems in the rehabilitation of Andean stream habitats. *Livestock Research for Rural Development*, 17(20). Recuperado de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/2/char17020.htm>
- Jarro, C. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por la expansión agropecuaria en el Distrito Capital*. Bogotá, D. C.: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Lozano-Zambrano, F. (ed.) (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
- Murgueitio, E. y Cuarta, C. (ed.) (s.f.). *Fodder banks for sustainable pig production systems. Gembloux Faculte Universitaire des Sciences Agronomiques*. Cali, Colombia: CIPAV, Agencia de Energía Atómica IAEA, Universidad Nacional de Colombia, y CUD.
- Murgueitio, E. (2008). Reconversión ambiental ganadera en laderas andinas. En G. Kattan y L. G. Naranjo. *Regiones biodiversas, herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas* (pp. 129-138). Cali, Colombia: WCS Colombia, EcoAndina, y WWF.
- ____ (2009). Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. *Avances en Investigación Agropecuaria (Revaia)*, 1(13), enero - abril. México: Universidad de Colima.
- Murgueitio, E., Naranjo, J. F., Cuartas, C. A., Molina C. H. y Lalinde F. (2009). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI), una herramienta de desarrollo rural sustentable con adaptación al cambio climático en regiones tropicales de América. En F. J. Solorio (ed.) *Memorias del II Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Morelia, Michoacan, México: Fundación Produce Michoacan, Conacyt, Universidad Autónoma de Yucatán, y Fundación CIPAV.
- Vargas, W. (2015). *Herramientas de Manejo del Paisaje*. En M. Aguilar-Garavito, W. Ramírez, y N. Peña González (ed.) Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación Alexander von Humboldt - Programa para el fortalecimiento de capacidades regionales sobre restauración ecológica.

Técnicas y estrategias de restauración para áreas afectadas por especies invasoras

Consiste en la identificación, conocimiento, y gestión integral, tanto de las plantas con potencial invasor, como de los ecosistemas invadidos y susceptibles (Aguilar Garavito y Ramírez, 2015).

- a. Identificación y conocimiento de las especies: como primera medida se debe realizar un análisis de riesgo, consultar las bases de datos nacionales e internacionales para verificar su estatus como especies invasoras y, posteriormente, mediante revisión bibliográfica o investigación, se reconoce la autoecología de la o las especies, haciendo énfasis en el conocimiento de sus ciclos reproductivos, fenología, tasa de crecimiento, tipo de propágulos, formas de propagación, y condiciones biofísicas tolerantes e intolerantes de los individuos en las diferentes fases de desarrollo.
- b. Identificación y conocimiento de los ecosistemas: aquí se busca identificar y caracterizar los ecosistemas invadidos y susceptibles, reconociendo, además, las rutas y vectores de propagación de las especies con potencial invasor.
- c. Gestión de especies potencialmente invasoras: son las diferentes técnicas de corte, contención, confinamiento, transporte, eliminación de las estructuras reproductivas de las invasoras, y el procesamiento general de la biomasa aérea, subterránea, y reproductiva de las especies a controlar. Aquí se aplican diversos mecanismos para dañar y transformar los propágulos y toda la biomasa mediante el picado, secado, incineración, compostaje, entre otros.
- d. Gestión de los ecosistemas invadidos: consiste en aplicar estrategias de contención, control, mitigación, erradicación, y eliminación de las invasoras utilizando técnicas químicas, físicas (manuales y mecánicas), o biológicas. Una de las técnicas recomendadas es la eliminación manual o mecánica de las especies con potencial invasor (ramas, troncos, hojas, propágulos y raíces), y posteriormente desarrollar un programa de controles sucesivos de los nuevos reclutas durante algunos años. La periodicidad de los controles y el plazo total que tome su ejecución depende de la autoecología de la especie, en especial, del tamaño del banco de propágulos, su tasa de reclutamiento, y desarrollo; generalmente se utilizan controles trimestrales, semestrales, y anuales. Adicionalmente, se recomienda integrar a la estrategia seleccionada la aplicación de obras de bioingeniería o de protección del suelo, también se recomienda usar trampas para coleccionar los propágulos, técnicas para promover la expresión y eliminación de sus propágulos del suelo, y técnicas para la mejora del suelo y la revegetación.

- e. Gestión de ecosistemas susceptibles: consiste en prevenir la introducción o llegada de especies invasoras a hábitats susceptibles a la invasión mediante la educación ambiental, vigilancia, y control policivo de la introducción, la eliminación y/o control de rutas y vectores, y en la mejora de la calidad ecológica de esos sistemas mediante el control de la erosión, la estabilidad del terreno, la aplicación de enmiendas orgánicas al suelo, la revegetación, y la restauración de hábitats para la fauna.

Acciones específicas para el helecho marranero: aplicar cal agrícola (CaCO_3) al voleo sobre los parches de helecho y sus alrededores, en dosis de una tonelada por hectárea (Vargas, 2015), controlar su rebrote durante los primeros tres meses haciendo eliminación manual en época de luna menguante a nueva, y pasado este periodo plantar especies pioneras intermedias a altas densidades para disminuir la capacidad de respuesta del helecho al someterlo a sombra. Se recomienda emplear densidades superiores a 3000 plantas/ha, empleando varias de las especies que se mencionan a continuación.

Tabla 17. Especies útiles para controlar especies invasoras*

Especie	Familia	Nombre común
<i>Aegiphila novogranatensis</i>	Lamiaceae	Tabaquillo
<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	Montefrío
<i>Alfaroa colombiana</i>	Juglandaceae	Cedrillo
<i>Ampelocera albertiae</i>	Ulmaceae	Costillo
<i>Bunchosia armeniaca</i>	Malpighiaceae	Manzano
<i>Cecropia angustifolia</i>	Urticaceae	Yarumo negro
<i>Cecropia telealba</i>	Urticaceae	Yarumo blanco
<i>Cinchona pubescens</i>	Rubiaceae	Quino

Especie	Familia	Nombre común
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Verbenaceae	Cascarillo
<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	Yumba
<i>Cordia cylindrostachya</i>	Boraginaceae	Verde y negro
<i>Croton magdalenensis</i>	Euphorbiaceae	Drago
<i>Croton smithianus</i>	Euphorbiaceae	Drago
<i>Cupania americana</i>	Sapindaceae	Mestizo
<i>Cyathea caracasana</i>	Cyatheaceae	Helecho arbóreo
<i>Delostoma integrifolium</i>	Bignoniaceae	Nacedero
<i>Dendropanax macrocarpum</i>	Araliaceae	Platero
<i>Freziera bonplandiana</i>	Pentaphylacaceae	Cerezo
<i>Heliocarpus americanus</i>	Malvaceae	Balso blanco
<i>Hurtea glandulosa</i>	Tapisciaceae	Cedrillo
<i>Inga coruscans</i>	Fabaceae	Guamo
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Rubiaceae	Quino
<i>Lippia schlimii</i>	Lamiaceae	Saca ojo blanco
<i>Lozanella enanthophylla</i>	Cannabaceae	Ortigo
<i>Miconia acuminifera</i>	Melastomataceae	Nigüito



Especie	Familia	Nombre común
<i>Montanoa quadrangularis</i>	Asteraceae	Arboloco
<i>Myriocarpa stipitata</i>	Urticaceae	Ortigo
<i>Myrsine coriácea</i>	Myrsinaceae	Espadero
<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	Cordoncillo
<i>Saurauia brachybotrys</i>	Actinidiaceae	Dulumoco
<i>Saurauia cuatrecasana</i>	Actinidiaceae	Dulumoco
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Asteraceae	Arboloco
<i>Solanum sycophantha</i>	Solanaceae	Tachuelo
<i>Symplocos quindiuensis</i>	Symplocaceae	Blanco
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	Surrumbo
<i>Urera caracasana</i>	Urticaceae	Ortigo

*En negrilla las especies con mayor aporte de sombra

Acciones específicas para pastos: establecer en medio de las pasturas parches de colonización de nativas, los cuales deben funcionar como islas que promueven la sucesión y la disponibilidad de recursos. Se propone establecer islas o parches de 5x5 m en densidades de 100 parches/ha, en cada parche se debe retirar la cobertura de las invasoras con azadón, procurando sacar, transportar, y destruir los rizomas. Posteriormente, se debe disgregar y fraccionar el sustrato con el fin de disminuir la compactación, y luego se debe establecer al boleó una mezcla de semillas de especies pioneras al suelo para disminuir la compactación y esparcir una mezcla de semillas de especies pioneras y pioneras intermedias. Cada tres meses se debe hacer control de las invasoras reclutadas y a los nueve meses plantar en altas densidades especies pioneras (alturas de las plantas entre 50 y 80 cm a densidades entre 2000 a 3000 plantas por hectárea). Durante el primer año mantener los controles de manera trimestral, durante el segundo y tercer año los controles deberán ser semestrales, y entre el

cuarto y el séptimo año, los controles serán de forma anual. Culminado este tiempo, y con este tipo de manejo, se debería contar con un tipo de vegetación boscosa hasta con 10 m de altura y estratos diferenciables (Vargas, 2015).

Documentos recomendados para el manejo de invasoras

Aguilar-Garavito, M., López-Paternina, G. D., García, M., Barriga, P. y Ríos, A. (2012). Seguimiento al proceso de restauración ecológica de la áreas invadidas por *Hedychium coronarium* J. Koin (Matandrea) en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya. *Boletín REDCRE* 6(4), 9-12.

Aguilar-Garavito, M. (2010). *Restauración ecológica en aéreas afectadas por la invasión de retamo espinoso en la Serranía el Zuque*. [Trabajo de grado para el programa Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas]. Madrid: Universidades de Alcalá, Rey Juan Carlos, Complutense, y Politécnica de Madrid.

Aguilar-Garavito, M. (2015a). Restauración ecológica de áreas degradadas por especies invasoras y por plantaciones forestales. En M. Aguilar-Garavito, W. Ramírez y N. Peña González (ed.). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación Alexander von Humboldt - Programa para el fortalecimiento de capacidades regionales sobre restauración ecológica.

Aguilar-Garavito, M. (2015b). Restauración ecológica de ecosistemas andinos afectados por plantas invasoras en Áreas Naturales Protegidas: el caso de *Ulex europaeus* L. en la Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá, y de *Hedychium coronarium* J. Köing en la cuenca alta del río Otún. En J. Cárdenas-Toro, M. P. Baptiste, W. Ramírez y M. Aguilar-Garavito (ed.). *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. (2015). Conceptos de restauración ecológica aplicados a ecosistemas afectados por especies invasoras. En J. Cárdenas-Toro, M. P. Baptiste, W. Ramírez y M. Aguilar-Garavito (ed.). *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Baptiste, M. P., Cárdenas-Toro, J., Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. Árbol de decisión para la gestión de invasiones biológicas. En J. Cárdenas-Toro, M. P. Baptiste, W. Ramírez y M. Aguilar-Garavito (ed.). *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.



- Barrera-Cataño, J. I. (1999). Restauración de áreas afectadas por quemas e invadidas por el retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en los Cerros Orientales de Bogotá [informe técnico]. Bogotá, D. C.: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis - Subdirección Científica.
- Barrera-Cataño, J. I., Ríos, H. F. y Rivera, D. (2000). Cuando se extingue el fuego: proyecto de restauración de áreas quemadas. *Flora Capital* 2(2), 13-14.
- Barrera-Cataño, J. I., Ríos, H. F. y Pinzón, C. A. (2002). Planteamiento de la propuesta de restauración ecológica de áreas afectadas por el fuego e invadidas por el retamo espinoso en los cerros orientales de Bogotá. *Perez-Arvelaezia*. 13: 55-71.
- Barrera-Cataño, J. I. (2010). *Estrategias de restauración ecológica del bosque alto andino afectado por diferentes tipos de disturbios, en los alrededores de Bogotá, D. C., Colombia* [Tesis doctoral]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal, y Ecología.
- Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Garzón-Yepes, N. V., Moreno-Cárdenas, A. C. y Montoya-Villarreal, S. P. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital*. Bogotá, D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).
- Cárdenas-Toro, J., Baptiste, M. P., Ramírez, W. y Aguilar-Garavito, M. (ed.). (2015). *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Díaz, A. M. y Vargas, O. (2009). Efecto de la siembra de leguminosas herbáceas y arbustivas sobre el control en el establecimiento de la especie invasora *Ulex europaeus* L. (Fabaceae) en los alrededores de Chisacá, localidad de Usme. En O. Vargas, O. León y A. M. Díaz (ed.) *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Franco-Gómez, L. G. y Vargas, O. (2009). Rasgos de *Verbesina crassiramea* Blake, de importancia en estrategias de control de especies invasoras en los alrededores del embalse de Chisacá. En O. Vargas, O. León y A. M. Díaz (ed.) *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia.

- Ríos, H. F. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital*. Bogotá, D. C.: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Vargas, O., León, O. y Díaz, A. M. (ed.) (2009). *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Vargas, W. (2015). Las plantas invasoras en los procesos de sucesión y restauración ecológica: experiencias en Quindío y Valle. En J. Cárdenas-Toro, M. P. Baptiste, W. Ramírez y M. Aguilar-Garavito (ed.). *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Documentos relacionados con manejos silvícolas

- Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Garzón-Yepes, N. V., Moreno-Cárdenas, A. C. y Montoya-Villarreal, S. P. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital*. Bogotá, D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).
- Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (2007). *Protocolo de restauración ecológica de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales*. Bogotá, D. C.: CONIF y MAVDT.
- DAMA y Fundación Bachaqueros (2002). *Protocolo distrital de restauración ecológica*. Bogotá, D. C.: DAMA.
- De Zavala, M. A. (2007). Dinámica y sucesión en bosques mediterráneos: modelos teóricos e implicaciones para la silvicultura. En J. M. Rey Benayas, T. Espigares-Pinilla y J. M. Nicolau. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Madrid: Universidad de Alcalá.
- Manrique, O. (2004). *Guía técnica para la restauración ecológica en áreas con plantaciones forestales exóticas en el Distrito Capital*. Bogotá, D. C.: Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente.
- Serrada, R. (2000). *Apuntes de repoblaciones forestales*. Madrid: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Universidad Politécnica de Madrid y Fundación Conde del Valle de Salazar.

____ (2008). *Apuntes de Selvicultura*. Madrid: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal y Universidad Politécnica de Madrid.

Vargas, O., León, O. y Díaz, A. M. (ed.) (2009). *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia.

Obras para la conservación de suelos y control de la remoción en masa

Estas técnicas buscan manejar el compartimento del suelo y la topografía, siendo fundamentales en la mayoría de procesos de restauración para mitigar los factores de degradación que inciden en la mayoría de áreas disturbadas. Los procesos denudativos afectan la productividad y, en algunas ocasiones, son una amenaza para la vida humana. Algunos de estos procesos son naturales, pero se han incrementado en las áreas ganaderas, plantaciones forestales, y zonas de obra civil. Las técnicas empleadas buscan controlar la energía del agua y la inclinación de la pendiente, disminuir el arrastre de sedimentos, y estabilizar el suelo.

A continuación se mencionan algunas técnicas; es muy importante considerar que para controlar la erosión y la sedimentación hídrica en una superficie se deben construir una serie de drenajes y desagües capaces de conducir, por lugares adecuados, los excesos de agua o la que discurre por cauces existentes. Para usar estas técnicas en el diagnóstico se debe conocer el caudal máximo a desaguar, la intensidad específica de las lluvias a lo largo del tiempo, el periodo de retorno, el tipo de relieve, el tipo de sustrato, la clase de terreno, el coeficiente de escorrentía, y realizar un estudio hidráulico de las obras (Aguilar-Garavito, 2014).

- a. Trinchos: son estructuras construidas en madera, rocas o concreto, se ubican en laderas inestables sin vegetación o con pendientes cuya inclinación está alrededor de 45°. Estas barreras son enterradas con cierta profundidad en el suelo, dejando sobre la superficie del mismo una especie de pared ubicada de manera transversal a la pendiente. Con el trincho se logra controlar el arrastre de materiales, se disminuye la velocidad del agua, se mejoran las condiciones de humedad y la retención de nutrientes localmente, facilitando el reclutamiento de la vegetación, y estabilizando el terreno. Para su establecimiento se debe tener en cuenta que, en la medida en que la pendiente aumente, los trinchos deben ser más altos, se deben ubicar varios trinchos a lo largo de la pendiente, y estos deben distribuirse cerca uno de otro (Aguilar-Garavito, 2014).

- b. Cunetas y zanjas: son canales de diferente profundidad que se realizan en el terreno para coleccionar y desviar el agua de una zona en concreto hacia un drenaje o un reservorio. Estas zanjas y cunetas se realizan de manera escalonada cuando la pendiente supera los 40° de inclinación. La forma de las zanjas o cunetas puede ser semicircular o recta, se pueden ubicar haciendo un contorno del terreno sobre la curva de nivel en el punto donde se colecciona la mayor cantidad de agua, y luego se pueden conectar en otra zanja o cuneta de mayor capacidad o en un drenaje que atraviese la pendiente. Su profundidad varía dependiendo de la cantidad de agua que se pueda coleccionar en un evento de precipitación máxima.
- c. Surcos de contorno: son pequeñas excavaciones como las zanjas pero un poco menos anchos y profundos. Estos se establecen siguiendo las curvas de nivel o de manera perpendicular a la pendiente; evitan la escorrentía, disminuyen la velocidad del agua, y aumentan su infiltración en el suelo.
- d. Coberturas muertas: son construcciones a modo de empalizadas que atraviesan la pendiente y que se construyen a partir de la biomasa muerta proveniente del aprovechamiento forestal.
- e. Terrazas vivas: son estructuras escalonadas construidas sobre una pendiente de manera transversal sobre las cuales se establece revegetación. Con estas estructuras se pretende disminuir la pendiente y estabilizarla. Para construir las se utilizan trinchos de madera que luego se rellenan con material. Es recomendable utilizar en el trincho material vegetal vivo que pueda rebrotar y enraizarse para sostener mejor el material y darle a la terraza mayor vida útil. Se recomienda realizar estas estructuras en taludes y derrumbes.
- f. Estabilización de taludes: son una serie de técnicas utilizadas en terrenos con pendientes superiores a los 30° y con una altura mayor a 20 m. Con las diferentes técnicas se pretende evitar que el material suelto del talud se desprenda y se generen derrumbes. Las técnicas más utilizadas son las siguientes: Tender el talud, terraceo, bremsas y gradas, remoción de material de cabecera, reducción de altura del talud, manejo de aguas de escorrentía, perfilación del talud, y remodelación de la topografía.
- g. Otras técnicas: gaviones, barreras de sacos, diseño de relieve, desagüe de taludes, y estabilización de taludes.

Bioingeniería: es una disciplina de la construcción que abarca un amplio conjunto de técnicas y de métodos de construcción basados en modelos compatibles con la naturaleza. Estas técnicas utilizan materiales de construcción tradicionales y elementos vivos como

semillas, plantas, partes de plantas, y comunidades vegetales. Las técnicas buscan aprovechar al máximo los múltiples beneficios de la vegetación (anclaje, estabilización del terreno, regulación hídrica, ciclado e incorporación de nutrientes, protección contra la erosión, etc.), y de técnicas de construcción de bajo impacto ambiental, para alcanzar de manera conjunta funciones técnicas, ecológicas, estéticas, y económicas. Para el establecimiento de obras de bioingeniería es recomendable contar con lo siguiente: personal idóneo para planificar e implementar las obras; diseñar las obras para que se adapten al paisaje, teniendo como punto de partida parámetros ecológicos; contar con la caracterización diagnóstica de restauración, la cual debe enfatizar en conocer el medio físico, las condiciones actuales e históricas del sitio, las causas de la degradación, y sus factores; contar y elegir materiales vivos (plantas o partes de plantas con capacidad de enraizamiento, disponibles en grandes cantidades, material autóctono y disponible cerca de la obra, y especies fijadoras de nitrógeno) e inertes de acuerdo con los objetivos de restauración; y contar con una fase de mantenimiento y otra de monitoreo a largo plazo. Actualmente existen cientos de técnicas de obras de bioingeniería con aplicación en la mayoría de disturbios. Para conocerlas a profundidad se recomienda consultar el libro *Ingeniería biológica: manual técnico* (Zeh, 2007).

Enriquecimiento o mejora del suelo: estas técnicas consisten en la aplicación de abonos, enmiendas orgánicas, y en la fertilización. Es muy importante que antes de seleccionar y aplicar alguna de estas técnicas se conozca con claridad el estado físico, químico, y biológico del suelo a intervenir. Algunas de las técnicas de enriquecimiento son:

- a. Establecimiento de plantas fijadoras de nitrógeno a partir de la siembra o plantación.
- b. Aplicación de enmiendas: son distintas técnicas utilizadas para adicionar macronutrientes o micronutrientes, con el fin de incrementar la materia orgánica para modificar la temperatura del suelo, cambiar el pH, mejorar la porosidad, la retención del agua, y la humedad. Existen dos tipos de enmiendas: orgánicas e inorgánicas. Las enmiendas orgánicas incluyen los compost, mulch, turba, abonos, residuos de hongos, residuos domésticos o procedentes del procesado de madera, estiércoles, purines, y biosólidos. Las inorgánicas incluyen la aplicación de fertilizantes con alto contenido en nutrientes como nitrógeno, fósforo, y potasio. Generalmente se han utilizado fertilizantes nitrogenados como nitrato amónico, urea, sulfato de amonio, cloruro amónico, nitrato de sodio y amónico. Respecto a fertilizantes con fósforo se encuentran: roca fosfórica, superfosfato, cloruro potásico, sulfato potásico, sulfato de magnesio potásico, nitrato potásico, y carbonato potásico. En la práctica suelen utilizarse abonos complejos como el NPK, que incluyen nitrógeno, fósforo, y potasio.

- c. Enmiendas para corregir la acidez o la alcalinidad: para elevar el pH hasta la neutralidad comúnmente se utilizan la enmienda caliza o encalado con cal viva, carbonato cálcico, dolomitas (cuando también hay deficiencia de magnesio), restos de escombros, o productos de construcción. Para corregir la alcalinidad se recomienda utilizar enmiendas orgánicas.
- d. Incorporación de microorganismos al suelo: generalmente se aplican micorrizas de plantas nativas o microorganismos fijadores de nitrógeno.

Descompactación: son labores sobre el terreno, empleadas para descompactar el suelo y aumentar la infiltración. Generalmente se realiza con tractor, arado de disco, escarificador, y subsolador. Hay tres maneras de descompactar el terreno, estas dependen de la profundidad que alcancen las capas compactadas: la escarificación consiste en la remoción de la capa superficial del suelo a una profundidad entre 10 cm y 35 cm; el subsolado es remover el suelo a una profundidad de 35 cm a 50 cm sin voltear el suelo; y el ripado consiste en darle vuelta a los horizontes del suelo para extraer materiales profundos, esta labor se hace hasta a 100 cm de profundidad.

Documentos relacionados con conservación del suelo, control de la remoción en masa, bioingeniería, mejora del suelo, descompactación, y biorremediación

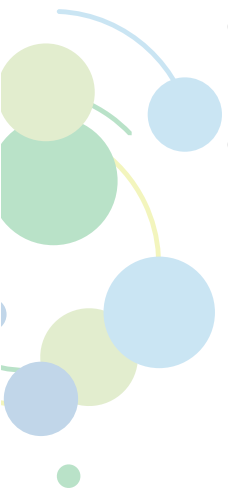
Apfelbaum, S. y Haney, A. (2010). *Restoring ecological health to your land*. Washington, D. C.: Island Press. .

Barrera-Cataño, J. I. y C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*. Edición especial III(12), 11-24.

Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Garzón-Yepes, N. V., Moreno-Cárdenas, A. C. y Montoya-Villarreal, S. P. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital*. Bogotá, D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).

Cairs, J. Jr. (1988). Increasing diversity by restoring damaged ecosystems. En E. O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. Washington, D. C.: National Academy Press.

Calle, Z. (2003). *Restauración de suelos y vegetación nativa. Ideas para una ganadería andina sostenible*. Cali, Colombia: CIPAV.



- Coppin, N. J. y Richards, I. G. (1990). *Use of vegetation in civil engineering*. London: CIRIA-Butterworths.
- Evans, K. (2000). Methods for assessing mine site rehabilitation design for erosion rates of mine soils. *Land Degradation and Development*, (7), 267-277.
- González del Tánago del Río y García de Jalón Lastra, D. (2001). *Restauración de ríos y riberas*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa.
- Gray, D. H. y Sotir, R. B. (1996). *Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization. A practical guide for erosion control*. Amsterdam: Jhon Wiley & Sons INC.
- Haigh, M. J. (2000). Erosion control: principles and some technical options. En M. J. Haig (ed.) Rotterdam: AA Balkema.
- Mataix, C. (2007). Técnicas de revegetación de taludes. En J. M. Rey, T. Espiganes y J. M. Nicolau. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Alcalá de Henares, España: Universidad de Alcalá.
- Morgan, R. P. C. y Rickson, R. J. (1995). *Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach*. Londres: E&FN Spon.
- Nicolau, J. M. (2007). Diseño y construcción del relieve en la restauración de ecosistemas degradados: una perspectiva ecológica. En: J. M. Rey, T. Espiganes y J. M. Nicolau. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Alcalá de Henares, España: Universidad de Alcalá.
- Rodríguez-Maroto J. M. (2007). Rehabilitación de suelos contaminados. En J. M. Rey, T. Espiganes y J. M. Nicolau. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Alcalá de Henares, España: Universidad de Alcalá.
- Rusell-Boulding, J. (1995). *Practical handbook of soil, Vadose zone and ground-water contamination. Assesment, prevention and remediation*. USA: CRC press.
- Sinisterra, J. A. y Murgueitio, E. (2005). *Propuesta de restauración ecológica de zonas ribereñas como alternativa de prevención y mitigación de situaciones de alto riesgo generadas por problemas erosivos severos. Caso cuenca del río Cali*. Cali, Colombia: CIPAV.

Zeh, H. (2007). *Ingeniería biológica. Manual técnico*. Suiza: Federación Europea de ingeniería del paisaje, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Técnicas y estrategias de restauración para humedales

La selección de técnicas parte del conocimiento general del problema y requiere una aproximación y diseño a nivel de cuenca, es decir, no debe centrarse en sitios puntuales, ya que las actividades que se realicen cuenca arriba pueden tener efectos adversos cuenca abajo. Así mismo, los restauradores deben priorizar qué atributos de estructura y función natural como disturbios, ciclos, y flujos de nutrientes se van a recuperar. Para esto se recomienda utilizar arreglos naturales y técnicas de bioingeniería cuando sea posible, por ejemplo, la combinación de plantas vivas, muertas, y materiales inorgánicos que prevengan la erosión, controlen los sedimentos, provean hábitat, entre otros (USEPA, 2000).

Complementariamente, se deben identificar los factores tensionantes, limitantes, y disturbios del ecosistema, para así seleccionar las estrategias de restauración más adecuadas. Ejemplos de identificación de tensionantes de humedales y diagramas conceptuales para la representación y entendimiento de los procesos de degradación fueron realizados para el Magdalena Medio³ en áreas con actividades ganaderas, y pueden servir como referentes en la identificación de los impactos de sistemas productivos (Garzón Yepes y Gutiérrez, 2013).

Uno de los estudios iniciales que brinda información orientadora en los procesos de restauración de humedales es el levantamiento topográfico, ya que da a conocer la morfometría (desarrollo de la orilla, el volumen, tiempo de residencia, y renovación del agua), y la dinámica del ecosistema, enseñando los gradientes de humedad gracias a la estimación de los periodos de inundación en diferentes momentos. La forma del humedal es importante porque las irregularidades espaciales aumentan el número de hábitats, tanto el relieve del fondo, como la superficie del suelo o sedimentos, y las orillas. Pequeñas depresiones en el lecho del humedal favorecen la acumulación de materia orgánica y condiciones biogeoquímicas que ayudan a la eliminación de contaminantes. La irregularidad de las orillas favorece la diversidad de microhábitats y, por lo tanto, el aumento de las comunidades bióticas, al igual que sucede en zonas con diferentes flujos hídricos o en la columna de agua, gracias a las variaciones de las características físicas y químicas. De la misma manera, la pendiente en las orillas determina el grado de inundación y la heterogeneidad del relieve, factores determinantes en el establecimiento de la vegetación.

Pasos generales en la implementación de las técnicas son la adecuación del sitio (restablecimiento de la geoforma, remoción de escombros, etc), y eliminar causas de la

3 <http://www.humboldt.org.co/es/test/item/406-deterioro-de-humedales-en-el-magdalena-medio-un-llamado-para-su-conservacion>

degradación como desviación del flujo hídrico. En algunos casos particulares el sistema puede recuperarse de manera pasiva con solamente restablecer sus condiciones originales, esto depende del grado de degradación, que la fuente pueda ser detenida puntualmente, y que solo afecte un componente del humedal. Los métodos activos son acciones antrópicas en diferentes componentes del medio y se emplean en humedales muy degradados donde los objetivos de restauración solo se pueden cumplir con estos mecanismos; implican diseño de topografía, modificación del flujo hídrico con estructuras de control, siembra intensiva, etc. Con el fin de evitar o disminuir afectaciones se sugieren técnicas de bioingeniería, materiales de fácil degradación, uso de especies nativas, materiales que imiten o sean similares a formas naturales, uso de materiales geotextiles, entre otros (Montes *et al.*, 2007).

Los componentes para la recuperación o rehabilitación de humedales presentados a continuación se basan en Van der Hammen *et al.* (2008) y Montes *et al.* (2007), y se sugiere consultar estas referencias para mayor detalle.

- Geomorfología y suelos: en algunos casos es necesario preparar el terreno mediante el uso de maquinaria y enmiendas en el suelo. Conservar o restablecer la geoforma es fundamental para que, además de cumplir con la función de almacenamiento y regulación hídrica (temporal o permanentemente), se generen diferentes ambientes de anidación, refugio, y alimentación de la fauna.
- Regulación hídrica: el punto de partida es conocer el régimen hidrológico natural (variabilidad espacial y temporal), condiciones existentes, características de la cuenca, y regímenes de perturbación. Por lo general, se busca recuperar la oferta de agua de los humedales, las entradas, salidas, cuencas de captación, entre otras. Para controlar los niveles y flujos del agua, reguladores del funcionamiento del ecosistema, pueden requerirse dispositivos tubulares, compuertas (mecánicas automáticas, fijas), esclusas, o, incluso, la construcción de diques o terraplenes. Su selección dependerá de la precisión requerida para controlar los flujos y el nivel del agua. Otro aspecto a trabajar es la restitución del espejo de agua como consecuencia de dragados, rellenos, procesos de colmatación, entre otros. Es esencial controlar el arrastre de residuos sólidos y controlar el vertimiento de contaminantes. Se recomienda que las estructuras tengan el menor mantenimiento posible, flexibilidad de uso, y soporten eventos extremos. Con relación a la calidad del agua, la fuente de contaminación debe ser localizada y, en lo posible, evitar su entrada. También se pueden implementar “mejores prácticas de manejo” como etiquetar desagües, instalar pozos de asentamiento, construir depuradores, hacer tratamientos fisicoquímicos, generar zonas de amortiguación, biorremediación, biomanipulación, y filtros verdes flotantes, filtros de macrófitas emergentes, o macrófitas flotantes.

- Vegetación: los levantamientos detallados de la comunidad vegetal mediante transectos transversales y longitudinales en el espejo de agua, y en la periferia, permiten la determinación de especies, su diversidad, y riqueza; estos estudios son la base de este componente, gracias a ellos se elabora la zonificación actual y la zonificación de manejo. Lo anterior permite establecer tipos fisonómicos, evaluar las interacciones entre las especies, y definir los objetivos, prospectos, implementación, y evaluación de la intervención. Algunas estrategias para la introducción de especies en la zona de inundación permanente son las praderas enraizadas sumergidas, errantes emergidas, y errantes sumergidas. En los islotes se encuentran con frecuencia las praderas emergentes o flotantes graminoides, juncoïdes, herbáceas, y enraizadas de hojas flotantes. La vegetación no acuática del humedal, es decir la que se encuentra en suelos húmedos y se extiende hasta las zonas secas, también debe ser caracterizada y recuperada. La evaluación del banco de semillas, estrategias de regeneración natural, alternativas de recolección, propagación, y siembra tiene los mismos principios y lineamientos que los ecosistemas terrestres.
- Fauna silvestre: existen varias estrategias para recuperar la fauna como la creación de nidos o estructuras artificiales que favorezcan la nidificación. Otra alternativa es la reubicación de poblaciones mediante técnicas de reintroducción, desplazamiento, refuerzo/suplemento y conservación/introducción de especies benignas. También se puede enriquecer el hábitat con perchas vivas, perchas muertas, y refugios, así como establecer corredores ecológicos, uso de atractores (oferta) de alimentos, y barreras espinosas.

Proyectos de restauración de humedales han sido ejecutados por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, donde se han generado metodologías, protocolos, caracterización de la vegetación, entre otros. Documentos asociados son el *Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá* de Díaz-Espinosa *et al.* (2012) y el *Protocolo de restauración de humedales urbanos* de Van der Hammen *et al.* (2008). Actualmente, se está desarrollando un proyecto de restauración en La Mojana, financiado por PNUD y liderado por el Instituto Humboldt, que busca recuperar zonas de humedales con el fin de que sean mejor adaptados y menos vulnerables al cambio climático; los protocolos aún están en proceso de publicación e incluyen un componente de modos de vida para que los habitantes convivan con ellos y obtengan beneficios de manera sostenible.

Para los departamentos de Quindío y Risaralda se encuentran estudios de humedales útiles en la construcción de la línea base como *Los humedales en Risaralda: una perspectiva ecosistémica* (), el *Inventario preliminar para el Quindío*, y el *Inventario de los humedales*



Parque Nacional Natural los Nevados. También existen avances en el inventario de humedales realizado por la Carder y la CRQ con información cartográfica⁴.

Documentos recomendados sobre restauración de humedales

Alcaldía de Filandia (2006). *Gestión Ambiental Municipal. Filandia, Quindío*, 1-74.

Beven, K. J. y Kirby, M. J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Bulletin* (24), 43-69.

Carder (2008). *Documento soporte para ajuste en el POT de Pereira sobre el área natural del Parque Regional Natural Barbas-Bremen*, 1-19.

Concejo Municipal de Filandia (2000). *Esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Filandia – Quindío 2000-2009*, 1-82.

Convención Ramsar (1971). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*. [Texto de la convención Ramsar, copia certificada] 1-11.

CRQ (2009). *Ajuste Plan de Acción 2007-2011*, 1-211.

____ (2011). Acuerdo n.º 012 de 2011, 1-8

____ (2011b). Acuerdo n.º 030 del 17 de junio de 2011, 1-2.

____ (2014). *Plan de manejo del distrito de conservación de suelos Barbas-Bremen, jurisdicción del departamento del Quindío (municipios de Filandia y Circasia)*.

4 Humedales localizados en el departamento de Risaralda: <http://siae.carder.gov.co/risaralda/agua.pdf>; fichas descriptivas de humedales: http://www.carder.gov.co/web/es/fichas-descriptivas#fichas_descriptivas

- ____ (2015). *Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes*. Convención sobre los humedales. Nota informativa Rasar, 7(20).
- CRQ et al. (2008). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja. 'El rejuvenecer de La Vieja'*, 358.
- CRQ, WWF y CERES F. (2009). *Formulación del Plan de Manejo del Parque Natural Regional Barbas-Bremen, en el área de jurisdicción del departamento. Filandia - Quindío*.
- Echeverri-Ramírez, P. A., Nieto, M., Hernández-Heredia, L. E. (2007). *Formulación Plan de Manejo del 'Parque Natural Regional Barbas-Bremen'*, 1-120.
- Garzón-Yepes, N. V., Gutiérrez, J. C. (2013). *Deterioro de humedales en el Magdalena medio: Un llamado para su conservación*. Bogotá, D. C.: Fundación Alma - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Herrick, J. E., Schuman, G. E. y Rango, A. (2006). Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal for Nature Conservation*, (14), 161-171.
- Icesi (2015). *Informe final de actividades: levantamiento de la información biológica de la ventana de biodiversidad municipio de Filandia, Quindío*. Proyecto «Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol», 1-95.
- Ideam (2013). *Subzonas hidrográficas. Zonificación*. Cartografía. Escala 1:100.000
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2003). *Caracterización biológica y socioeconómica de la ventana de paisaje rural ganadero en el cañon del río Barbas (Filandia-Quindío)*. Armenia
- Jaramillo, Ú. y Estupiñán-Suárez, L. M. (2017). Humedales al rescate de la sociedad -412-. En L. A. Moreno, G. I. Andrade y L. F. Ruiz-Contreras (ed.). *Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lozano, F. H. et al. (2004). *Herramientas de manejo como estrategia de conservación de biodiversidad en paisajes rurales andinos. Caso: corredores de conexión entre la Reserva Forestal Bremen y el cañon del río Barbas, Filandia, Quindío*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Millenium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*. Washington, D. C.: World Reso.

Montes, C. et al. (2007). *Manual de restauración de humedales mediterráneos*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente.

Ramírez, W. y Cabrera, M. A. G. (2015). *Definición de objetivos, metas, indicadores y cuantificadores para el monitoreo a procesos de restauración ecológica*. In: *Monitoreo a proceso de restauración eológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. En M. Aguilar-Garavito y W. Ramírez (ed.). Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ricaurte, L. F. et al. (2015). La pluralidad del agua. Clasificación humedales. En U. C. Jaramillo (ed.). *Colombia Anfibia, un país de humedales*. Bogotá, D.C.

Secretaría Ramsar (2002). *Principios y lineamientos para la restauración de humedales Ramsar*. Resolución VIII, 16 principios, 15.

Sørensen, R., Zinko, U. y Seibert, J. (2006). On the calculation of the topographic wetness index: evaluation of different methods based on field observations. *Hydrology and Earth System Sciences*, (10), 101-112.

Tomas-Vives, P. (ed.) (1996). *Monitoring mediterranean wetlands. A methodological guide*. Slimbredge UK, and ICN, Lisbon: MedWet Pub.

USEPA (2000). Principles for the Ecological Restoration of Aquatic Resources. *United States Environmental Protection Agency*. EPA841-F-00-003, 4.

Van der Hammen T. et al. (2008). *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Bogotá, D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente, Gerencia Ambiental - EAAB, Subdirección Científica Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, y Red de Humedales de la Sabana de Bogotá.

Vargas-Ríos, O. et al. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá, D. C: Universidad Nacional de Colombia, Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL.

Vilardy, S. P. et al. (2014). *Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales. Una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

8. PLANTAS RECOMENDADAS PARA LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL DCS BARBAS-BREMEN

Especies recomendadas para la revegetación: el término sucesión ecológica es aceptado para definir y describir los cambios y reemplazo de especies que se presentan, a lo largo del tiempo, en estructura, composición taxonómica, y funciones de un ecosistema después de que este es perturbado (Whitmore, 1978; Laska, 2001), y hace parte del componente dinámico de la restauración ecológica. Los cambios ecológicos que sufre el ecosistema en un proceso sucesional, así como la velocidad con la que ocurren estos cambios, dependen de las características del disturbio, la extensión, la intensidad, y la frecuencia con que tienen lugar; también inciden la disponibilidad de propágulos regenerativos como semillas y plántulas, nativas o exóticas, y el ambiente biótico del lugar, por ejemplo, la presencia de depredadores, granívoros, herbívoros, patógenos y parásitos, entre otros, además de las condiciones abióticas que prevalecen en el sitio perturbado (Grubb, 1985; Pickett *et al.*, 1987; Martínez y García, 2007). En general, en las etapas iniciales se caracterizan por tener mayor cantidad de luz y menor número de nutrientes. Mientras transcurren las etapas sucesionales las especies se van organizando para aprovechar los recursos disponibles y, a la vez, esta organización va preparando el espacio para la llegada de otras especies de condiciones más estrictas en cuanto a disponibilidad de luz, agua, y nutrientes.

De acuerdo a lo anterior, se realiza una descripción de la etapa sucesional y cuáles son las características de las plantas que se encuentran en cada fase, en los anexos se presenta el listado de especies vegetales que pueden encontrar a lo largo del proceso sucesional y que se recomiendan para ser usadas en los procesos de restauración ecológica de acuerdo al área y la zona que se quiera recuperar o restaurar. El listado de especies de interés para usar en procesos de restauración ecológica que aquí se propone se realizó a partir de la revisión de documentos, libros, y artículos científicos, y de los recorridos libres realizados en la zona del DCS Barbas-Bremem por parte de los investigadores.

En total se recomiendan 172 especies, de las cuales 27 son pioneras, 58 pioneras intermedias, 48 pioneras tardías, 35 de bosque maduro, 11 para humedales y riberas, 22 para cercas vivas, 22 forrajeras, 6 de cultivos, y 17 en alguna categoría de amenaza. (Tabla 18).

Grupo de especies útiles para revegetación: a continuación se presentan los grupos de especies recomendados según su posición sucesional y el tipo de característica que se requiera para cada área disturbada.

Pioneras: antes de que se establezcan los árboles, inicialmente el área debe ser colonizada por pastizales, hierbas principalmente, algunos arbustos, y plantas leñosas de rápido crecimiento. Estas plantas llamadas plantas colonizadoras necesitan ser resistentes y de crecimiento rápido para poder sobrevivir en las condiciones frecuentemente desfavorables que se encuentran en áreas recientemente alteradas, con capacidad de rebrote y persistencia, buena capacidad para cubrir el suelo, que se extiendan fácilmente, con alta producción de hojarasca en ciertos casos, algunas fijadoras de nitrógeno, y con alta capacidad para competir contra el pasto y el helecho (Lamb, 1998). Las plantas colonizadoras son el primer paso para cambiar de nuevo un área alterada en un bosque.

Pioneras intermedias: la presencia de especies pioneras y de etapas intermedias en el proceso sucesional, capaces de modificar el ambiente, tanto biótico como abiótico, es clave para poner en marcha el proceso sucesional y favorecer su progresión hacia comunidades más maduras, lo que permitirá la recuperación de buena parte de la vegetación existente antes de un disturbio. En esta etapa se presentan arbustos y árboles de bajo porte, de rápido crecimiento, con copas densas, alta tasa, y rápida producción de flores y frutos atractivos para la fauna, heliófitos, y producción de hojarasca (Zamora, *et al.*, 2004; Connell y Slatyer, 1977; y Guariguata, 2003).

Pioneras tardías: las plantas de la sucesión tardía pueden actuar como focos donde se acumulan las semillas de forma desproporcionada tras la dispersión (Callaway, 1995). En la zona de estudio se registran árboles pequeños y medianos que permiten la estructuración, estratificación, y consolidación de la sucesión hacia bosque; los árboles y arbustos de cierto porte actúan como posaderos o perchas de muchas especies de animales y pueden considerarse productores de recursos para la fauna (Finegan y Delgado, 2000).

Especies de bosque maduro y en categoría de amenaza: son plantas que se encuentran en equilibrio dinámico en una comunidad. Tiene el número más elevado de especies, y todas son competidoras eficientes, buenas para sobrevivir con recursos limitados. Especies de plantas de interés especial, en categoría de amenaza, especies de sucesión tardía, umbrófilas, o esciófitas; dan diversidad, maduración, y estructuración hacia bosque maduro (Quesada, *et al.*, 2009)

Cercas vivas: las cercas vivas son comunes, se convierten en linderos o límites de fincas, separan los pastizales y/o forman redes de cobertura arbórea a lo largo de los paisajes rurales. La presencia de estas cercas vivas se da en áreas biofísicamente diversas, con diferentes elevaciones, zonas ecológicas y tipos de suelo, historias de uso variado del suelo y de producción agrícola (Sauer, 1979 y Budowski, 1987). En algunas regiones agrícolas donde la deforestación y la conversión a agricultura han sido elevadas, las cercas vivas constituyen

la forma más prevalente de cobertura arbórea que permanece en el paisaje (Harvey *et al.*, 2003)

Especies forrajeras: las fuentes forrajeras básicamente las conforman gramíneas y leguminosas, sin embargo, se han reportado otras familias botánicas que tienen potencial de uso en la nutrición animal (Cardona, 2012).

Cultivos: Varias especies son de importancia económica, entre ellas se destacan café (*Coffea arabica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), granadilla (*P. ligularis* Juss), y otros cultivos como plátano (*Musa x paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), cítricos, y hortalizas.

En la tabla 18 se presenta un listado de especies recomendadas, organizadas de acuerdo con los grupos que aquí se presentan.

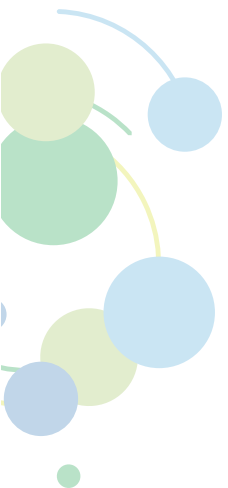
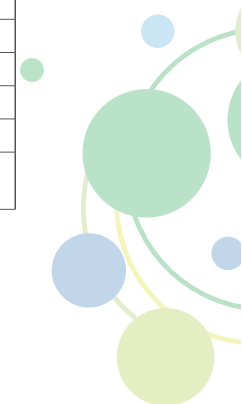


Tabla 18. Especies de plantas recomendadas para los procesos de revegetación en el DCS Barbas-Bremen.

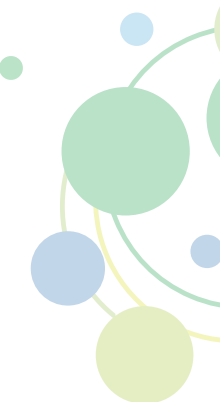
Familia	Especie	Nombre común	Pionera	Pionera intermedia	Pionera tardía	Bosque maduro	Amenazada	Humedales	Cercas vivas	Especies forrajeras	Cultivos
ACANTHACEAE	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero							x	x	
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia brachybotrys</i>	Dulumoco			x						
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia cuatrecasana</i>	Dulumoco			x						
ADOXACEAE	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco								x	
ADOXACEAE	<i>Viburnum</i> sp.				x						
ANACARDIACEAE	<i>Rhus striata</i>	Manzanillo			x						
ARACEAE	<i>Anthurium</i> sp.	Anturio			x	x		x			
ARACEAE	<i>Monstera deliciosa</i>									x	
ARACEAE	<i>Monstera</i> sp.				x	x					
ARACEAE	<i>Philodendron</i> sp.				x	x		x			
ARACEAE	<i>Xanthosoma</i> sp.	Bore				x		x			
ARALIACEAE	<i>Dendropanax macrocarpus</i>	Platero		x	x						
ARALIACEAE	<i>Oreopanax incisus</i>	mano de oso		x							
ARECACEAE	<i>Aiphanes simplex</i>	Corozo, Mararay				x	x				
ARECACEAE	<i>Ceroxylon alpinum</i>	Palma de cera				x					
ARECACEAE	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Palma de cera				x	x				
ARECACEAE	<i>Chamaedorea</i> sp.				x						
ARECACEAE	<i>Wettinia kalbreyeri</i>	Macana				x					
ASTERACEAE	<i>Ageratina</i> sp.	Amargoso	x								
ASTERACEAE	<i>Austroeupatorium inualefolium</i>	Amargoso	x	x							
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>	Chica	x								
ASTERACEAE	<i>Baccharis nitida</i>		x								
ASTERACEAE	<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	x								
ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> sp.	Salvia	x								
ASTERACEAE	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>		x								



Familia	Especie	Nombre común	Pionera	Pionera intermedia	Pionera tardía	Bosque maduro	Amenazada	Humedales	Cercas vivas	Especies forrajeras	Cultivos
ASTERACEAE	<i>Montanoa quadrangularis</i>	Arboloco	x								
ASTERACEAE	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	x	x							
ASTERACEAE	<i>Tithonia diversifolia</i>	Botón de oro								x	
ASTERACEAE	<i>Verbesina nudipes</i>	Camargo	x	x							
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso							x	x	
BIGNONIACEAE	<i>Delostoma integrifolium</i>	Nacedero, Molde		x					x	x	
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacán rosado			x				x		
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero							x	x	
BORAGINACEAE	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Verde y negro?		x							
BRUNELIACEAE	<i>Brunellia comocladifolia</i>	cedrillo			x						
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Indiodesnudo							x	x	
CANNABACEAE	<i>Lozanella enantiophylla</i>			x							
CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Surrumbo			x						
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Silva silva			x						
CHRYSOBALANACEAE	<i>Couepia platycalyx</i>	Culefiero				x	X				
CLETHRACEAE	<i>Clethra sp.</i>	Cargaguas			x						
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Barcino			x	x					
CLUSIACEAE	<i>Clusia multiflora</i>	Chagualo		x							
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia pubescens</i>	Encenillo				x					
CYATHEACEAE	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arbóreo			x						
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	Montefrío		x							
EUPHORBIACEAE	<i>Croton magdalenensis</i>			x							
EUPHORBIACEAE	<i>Croton smithianus</i>	Drago		x							
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón							x	x	
EUPHORBIACEAE	<i>Manihot esculenta</i>	yuca									x
FABACEAE	<i>Erythrina fusca</i>	Pizamo, búcaro						x	x	x	
FABACEAE	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Písamo, Cábulo							x	x	
FABACEAE	<i>Erythrina edulis</i>	Chachafuto							x	x	
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	matarratón							x	x	



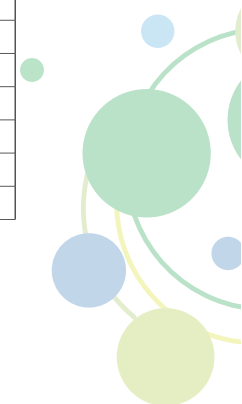
Familia	Especie	Nombre común	Pionera	Pionera intermedia	Pionera tardía	Bosque maduro	Amenazada	Humedales	Cercas vivas	Especies forrajeras	Cultivos
FABACEAE	<i>Inga coruscans</i>	Guamo			x						
FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Guamo			x				x	x	
FABACEAE	<i>Lupinus sp.</i>	Chocho	x								
FABACEAE	<i>Macrobium colombianum</i>	Dormilón chispero			x						
FABACEAE	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango						x			
FABACEAE	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Chiminango						x			
HELICONIACEAE	<i>Heliconia spp.</i>	Platanillo						x			
HELICONIACEAE	<i>Heliconia venusta</i>	Heliconia			x	x	x				
HYPERICACEAE	<i>Vismia baccifera</i>	Sangre de gallina		x							
ICACINACEAE	<i>Calatola sp.</i>	Marfil				x					
JUGLANDACEAE	<i>Alchorneasp.</i>				x						
JUGLANDACEAE	<i>Alfaroa colombiana</i>	Cedrillo			x						
JUGLANDACEAE	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal, cedro nogal			x				x		
JUNCACEAE	<i>Juncus sp.</i>	Junco						x			
LAMIACEAE	<i>Aegiphila novogranatensis</i>	Tabaquillo		x							
LAMIACEAE	<i>Lippia schlimii</i>	Saca ojo blanco		x							
LAURACEAE	<i>Aniba coto</i>	Laurel, comino				x	x				
LAURACEAE	<i>Aniba perutilis</i>	Comino crespo				x	x				
LAURACEAE	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	Aguacatillo			x						
LAURACEAE	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel			x						
LAURACEAE	<i>Nectandra acutifolia</i>	Laurel			x						
LAURACEAE	<i>Nectandra lineatifolia</i>	Laurel			x						
LAURACEAE	<i>Nectandrasp.</i>	Laurel			x						
LAURACEAE	<i>Ocotea heterochroma</i>	Laurel chaquiro				x	x				
LAURACEAE	<i>Ocotea lentii</i>	Laurel				x					
LAURACEAE	<i>Ocotea sp.</i>	Aguacatillo				x					
LAURACEAE	<i>Persea americana</i>	Aguacate									x
LECYTHIDACEAE	<i>Gustavia sp.</i>					x					



Familia	Especie	Nombre común	Pionera	Pionera intermedia	Pionera tardía	Bosque maduro	Amenazada	Humedales	Cercas vivas	Especies forrajeras	Cultivos
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia gilbertoi</i>	Copachi, molinillo.				x	x				
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia hernandezii</i>	Molinillo				x	x				
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia armeniaca</i>	Manzano de monte			x	x	x				
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazimo			x				x	x	
MALVACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	Balso, balso blanco		x							
MALVACEAE	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	Palo santo?			x			x	x	x	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia acuminifera</i>	Niguito		x							
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia caudata</i>	Niguito		x							
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia lehmannii</i>	Niguito		x							
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	Niguito	x	x							
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia theaezans</i>			x							
MELASTOMATACEAE	<i>Mimosa sp.</i>	Niguito	x	x							
MELASTOMATACEAE	<i>Monochaetum hartwegianum</i>	Niguito	x	x							
MELASTOMATACEAE	<i>Monochaetum lindenianum</i>	Niguito	x	x							
MELASTOMATACEAE	<i>Monochaetum lineatum</i>	Niguito	x	x							
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros			x						
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i>	Cedro de montaña			x	x	x				
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro							x	x	
METTENIUSACEAE	<i>Calatola costaricensis</i>					x	x				
MORACEAE	<i>Brosimum sp.</i>	Sandé			x						
MORACEAE	<i>Clarisia biflora</i>	Yumbá		x							
MORACEAE	<i>Clusia sp.</i>	chagualo, gaque		x							
MORACEAE	<i>Ficus andicola</i>	Higueron, caucho	x	x							
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	Higueron		x							
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	Higueron			x				x	x	
MORACEAE	<i>Ficus tonduzii</i>	Higueron		x	x						
MORACEAE	<i>Ficus velutina</i>	Higueron		x							



Familia	Especie	Nombre común	Pionera	Pionera intermedia	Pionera tardía	Bosque maduro	Amenazada	Humedales	Cercas vivas	Especies forrajeras	Cultivos
MORACEAE	<i>Ficus insipida</i>	Higueron		x	x						
MORACEAE	<i>Morus insignis</i>	Higueron		x							
MUSACEAE	<i>Musa x paradisiaca</i>	platano									x
MYRISTICACEAE	<i>Otoba lehmannii</i>	Otobo				x	x				
MYRSINACEAE	<i>Geissanthus bogotensis</i>			x	x						
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero			x						
MYRTACEAE	<i>Eucaliptus sp.</i>								x		
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>			x	x						
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Arrayán negro		x							
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>			x					x	x	
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira myrtiflora</i>	Guapira		x	x	x					
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora arborea</i>	Curuba de monte				x	x				
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora edulis</i>	maracuya									x
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora ligularis</i>	granadilla									x
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora sp.</i>	Trepadora			x	x					
PENTAPHYLACACEAE	<i>Freziera bonplandiana</i>	Cerezo			x						
PHYLLANTHACEAE	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Candelo				x	x				
PIPERACEAE	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo	x	x							
PIPERACEAE	<i>Piper cernuum</i>	cordoncillo		x							
PIPERACEAE	<i>Piper crassinervium</i>	Cordoncillo	x	x							
PIPERACEAE	<i>Piper umbellatum</i>	cordoncillo		x							
PODOCARPACEAE	<i>Prumnopitys harmsiana</i>	Pino romerón				x					
PRIMULACEAE	<i>Clavija lehmannii</i>	Durazno de monte.				x	x				
ROSACEAE	<i>Prunus integrifolia</i>	Barcino, Truco				x					
ROSACEAE	<i>Rubus guianensis</i>	Mora	x	x							
RUBIACEAE	<i>Cinchona sp.</i>	Quina			x						
RUBIACEAE	<i>Cinchona pubescens</i>	Quino			x						
RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i>	café									x
RUBIACEAE	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Carnefresca		x	x						
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i>	café de monte		x							
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i>	Tinto	x	x							



Familia	Especie	Nombre común	Pionera	Pionera intermedia	Pionera tardía	Bosque maduro	Amenazada	Humedales	Cercas vivas	Especies forrajeras	Cultivos
RUBIACEAE	<i>Palicourea</i> sp.	cafeto, tintillo		x							
RUBIACEAE	<i>Psychotria</i> sp.			x	x						
SALICACEAE	<i>Laetia americana</i>	manteco			x			x			
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce							x	x	
SALICACEAE	<i>Xylosma</i> sp.				x						
SAPINDACEAE	<i>Billia rosea</i>	manzano		x							
SAPINDACEAE	<i>Cupania americana</i>	Mestizo		x							
SAPINDACEAE	<i>Paullinia</i> sp.	Trepadora			x	x					
SAPOTACEAE	<i>Pouteria lucuma</i>	Mediacara o Mediacaro				x	x				
SCROPHULARIACEAE	<i>Buddleja bullata</i>	Gavilán		x							
SOLANACEAE	<i>Cestrum</i> sp.				x						
SOLANACEAE	<i>Sessea corymbiflora</i>	Sinmuerte							x	x	
SOLANACEAE	<i>Solanum acerifolium</i>	Tomatillo	x								
SOLANACEAE	<i>Solanum ovalifolium</i>	Cocubo	x	x							
SOLANACEAE	<i>Solanum sycophanta</i>	Tachuelo		x							
SOLANACEAE	<i>Solanum undulatum</i>	Frutillo	x								
SOLANACEAE	<i>Solanum aphyodendron</i>	Frutillo	x								
SOLANACEAE	<i>Solanum sycophanta</i>	Tachuelo		x							
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos quindiuensis</i>	Blanco?			x						
TAPISCIACEAE	<i>Huerteia glandulosa</i>	Cedrillo			x						
ULMACEAE	<i>Ampelocera albertiae</i>	costillo			x						
URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i>	rabo de gato		x							
URTICACEAE	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo negro		x							
URTICACEAE	<i>Cecropia telealba</i>	Yarumo		x							
URTICACEAE	<i>Coussapoa villosa</i>	Lembo							x	x	
URTICACEAE	<i>Myriocarpa stipitata</i>	Ortigo macho		x							
URTICACEAE	<i>Pilea</i> sp.		x					x			
URTICACEAE	<i>Urera laciniata</i>	Ortigo		x							
URTICACEAE	<i>Urera caracasana</i>	Ortigo		x							
VERBENACEAE	<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cascarillo		x							
VERBENACEAE	<i>Lantana trifolia</i>	venturosa		x							
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia duquei</i>	Papelillo				x	x				



Documentos revisados sobre listado de plantas

- Bernal, R., Gradstein, S. R. y Celis, M. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Correa-Gómez, D. F. y Vargas-Ríos, O. (2009). Regeneration of palms in native forests and plantations at Otun-Quimbaya Fauna and Flora Sanctuary (Risaralda, Colombia). *Caldasia*, 31(2), 195-212.
- López, D. C. y Salinas, N. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas: primera parte* (vol. 4). Bogotá, D. C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Lozano, G. (1983). *Flora de Colombia. Magnoliaceae*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Marín-Gómez, O. H. y Álvarez-Rodas, L. (2015). Las gesneriáceas del departamento del Quindío, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2), 111-118. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n2.43654>
- Romero, D. L. P. (2000). *Estructura y composición de la vegetación de relictos de bosque y guadua en el paisaje cafetero (Quindío-Colombia)*. Chinchiná, Colombia: Foro Internacional Café y Biodiversidad.
- Schmidt-Mumm, U., Betancur, J., Galeano, G. y Aguirre-C., J. (2009). *Flora de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Vargas, W. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas, Centro Editorial.

9. INDICADORES Y MONITOREO

El monitoreo y evaluación de las acciones de restauración en los sistemas ecológicos, sociales, y económicos debe ser concebido y diseñado desde el comienzo del proyecto de acuerdo con los objetivos y metas planteados. El monitoreo y la generación de indicadores permite evaluar el éxito y tomar medidas adaptativas para cambiar situaciones desfavorables en la implementación del proyecto. Los tiempos y costos del monitoreo y del desarrollo de los indicadores deben ser incorporados en el cronograma y en el presupuesto del proyecto.

Se ha evidenciado que en muchos proyectos el planteamiento de los indicadores y el monitoreo se dejan para las últimas etapas, y los indicadores, generalmente, se empiezan a desarrollar desde la fase de producción (Figura 27), omitiendo una fase de diseño que permita que los indicadores sean sensibles a lo que en realidad se necesita evaluar. Esta es la principal razón de fracaso en los indicadores, pues se generan unos que no son relevantes para tomar decisiones.

Específicamente para los proyectos de restauración se han encontrado las siguientes debilidades en el monitoreo (Murcia *et al.*, 2015):

- El monitoreo no se incluye desde la planeación y no se le asignan los recursos necesarios.
- No todos los proyectos miden las condiciones iniciales en los lugares que se intervienen, ni tienen claros los valores de las condiciones en los ecosistemas de referencia.
- No todos los proyectos tienen metas claras y cuantificables, las variables que se monitorean no son las correctas para determinar si se está alcanzando una condición deseada.
- Se presenta una confusión entre monitoreo y evaluación de la gestión misma del proyecto, y se observa una tendencia a enfocarse en variables que miden objetivos de corto plazo, y más asociados a la gestión que al estado deseado del sistema que se está interviniendo, su evaluación biológica, ecológica, social, y económica a largo plazo.

Lindenmayer y Likens (2009) propusieron un esquema para el “monitoreo adaptativo”. Este esquema consiste en pasos iterativos que responden a preguntas que pueden cambiar o evolucionar durante la ejecución del programa. La ventaja de este esquema es que es replicable a cualquier escala y aplica a cualquier tipo o enfoque de monitoreo. El monitoreo

y la evaluación en el DCS Barbas-Bremen serán eficientes y útiles en la medida en que generen información que permita:

- Comprender los efectos de las acciones de restauración, particularmente si están arrojando los resultados deseados, o no.
- Detectar rápidamente efectos inesperados o indeseados de las acciones de restauración.
- Obtener información necesaria para decidir cómo deben modificarse, complementarse, o detenerse las acciones de restauración con el fin de alcanzar los efectos deseados.
- Obtener datos que puedan utilizarse para justificar y conseguir apoyo y financiamiento para las acciones de restauración.

A continuación se presenta un marco de referencia que le ayudará a diseñar su sistema de monitoreo e indicadores de manera articulada con los objetivos y metas (Figura 27).

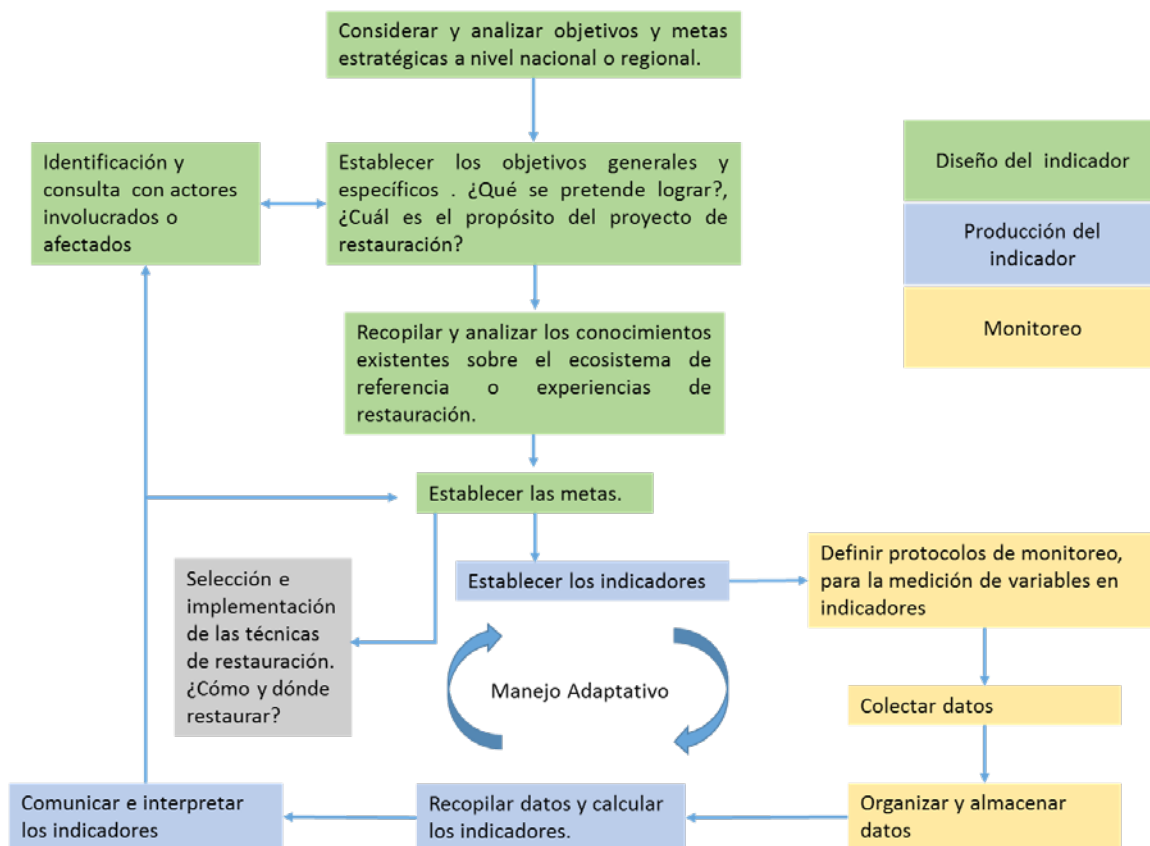


Figura 27. Marco de referencia para el monitoreo

Diferencia entre meta e indicador:

- La meta cuantifica el objetivo al que usted quiere llegar.
- El indicador debe ser una medida que evalúe el avance logrado hacia el cumplimiento de la meta.
- El indicador es una medida basada en datos verificables que transmite información más allá del valor mismo, toda vez que está inmerso en un contexto específico.
- El indicador no debe emitir un juicio sobre su resultado, es decir, este NO debe ser redactado con palabras como: incremento de, reducción de, mejora de etc., pues es justamente esta interpretación la que debe ser evidenciada por el cálculo del indicador y no ser una cualidad del indicador en sí mismo.

El siguiente ejemplo le servirá para entender mejor la diferencia:

Meta

Aumentar las áreas en restauración en tierras degradadas del 4 % al 15 % para el año 2020.

¿Cuál es el indicador?

1. 15 % de cobertura de áreas en restauración.
2. Aumento de la cobertura de áreas en restauración.
3. Cobertura de áreas en restauración.
4. Porcentaje de cobertura de áreas en restauración.

Si su respuesta fue la número cuatro, entonces usted tiene clara la diferencia entre metas e indicadores.

Las características de los buenos indicadores son:

- Verificable a través de datos disponibles.
- Reactivo a los cambios en la variable de interés, deben ser acordes con los objetivos y metas de restauración, y suficientemente sensibles para emitir una alerta del cambio.

- Fácilmente comprensible.
- Relevante para las necesidades del usuario.

Las características a tener en cuenta para la selección de indicadores fueron resumidas por Díaz (2007), donde se menciona que las variables deben ser claramente definibles, medibles e interpretables, servir para múltiples análisis, y brindar la máxima cantidad de información por área, maximizándose la eficiencia de los datos. Los métodos no deben ser destructivos y su principal objetivo es medir el incremento de las características deseables y la disminución de las no deseables.

La viabilidad del indicador: para cada indicador se debe evaluar de manera general la viabilidad de desarrollarlo, para esto usted deberá evaluar cada indicador con respecto a:

- Datos apropiados disponibles: ¿Existen fuentes de datos para calcular el indicador? Si no existen, ¿podrían producirse los datos en el monitoreo?
- Expertos o instituciones para calcularlos: ¿Existen expertos que estén en disponibilidad de calcular el indicador? De no ser así, ¿existe la posibilidad de crear capacidades para el cálculo del indicador?, ¿existen personas que estén en capacidad y disponibilidad para coleccionar los datos del monitoreo?, ¿existe la posibilidad de crear capacidades o de implementar programas de ciencia ciudadana para la generación de datos de monitoreo?
- Usuarios del indicador: ¿Cuál es la audiencia prevista para los indicadores que se van a desarrollar, es decir, quiénes van a utilizar este indicador? Defina en términos de toma de decisiones y elaboración de informes cómo se van a utilizar los indicadores que se desarrollen.

Monitoreo: se define como una medición y colección de datos sistemática y repetida en el tiempo que se efectúa con el propósito de evaluar el estado, las tendencias, y los cambios en variables relacionadas con el objetivo y la meta planteados (Noon, 2003 y Suter, 1993).

La puesta en marcha de sistemas de monitoreo implica tres fases críticas: diseño y protocolos de muestreo, captura de datos, y estándares e infraestructuras para documentar y almacenar los datos y metadatos. Estas tres fases se definen según las preguntas ¿por qué?, ¿qué?, y ¿cómo monitorear?

¿Por qué?, ¿qué?, y ¿cómo monitorear?

Los sistemas de monitoreo se definen claramente al responder tres preguntas claves: ¿Por qué?, ¿qué?, y ¿cómo monitorear? A continuación presentamos algunos ejemplos de respuestas en el contexto del DCS Barbas-Bremen.

¿Por qué monitorear? Las autoridades ambientales y los propietarios de predios en el DCS Barbas-Bremen se encuentran comprometidos con alcanzar objetivos de conservación incorporados en los Planes de Manejo del distrito. Estos objetivos buscan dar solución a problemáticas ambientales; una de las maneras de dar respuesta es mediante la implementación de acciones de restauración. El monitoreo se requiere porque las autoridades ambientales y los propietarios de los predios deben saber si las acciones de restauración arrojan resultados que propendan por el cumplimiento de los objetivos planteados en los planes de manejo. El monitoreo brinda transparencia y claridad en la rendición de cuentas, generando confianza entre donantes y otros actores (Crawford y Bryce, 2003).

Adicionalmente, la restauración ecológica busca llevar sistemas ecológicos a valores de referencia esperados, y solo a través del monitoreo podemos saber si se está cumpliendo con la trayectoria deseada, o si se requiere tomar medidas urgentes, adaptando las técnicas de restauración para mejorar su efectividad (Ramírez *et al.*, 2015) (Figura 28).

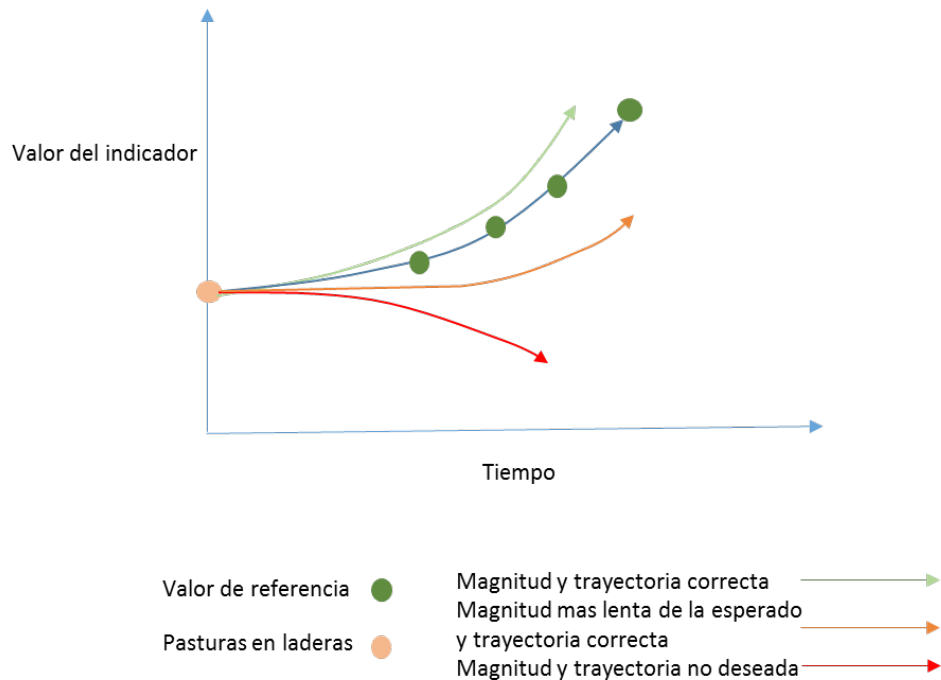


Figura 28. Posibles valores del indicador con respecto a los valores de referencia



¿Qué monitorear? A partir de una línea base que es usada como referencia desde el comienzo del proceso y se proyecta para el cumplimiento de metas concretas y objetivos claros y realistas, apoyada usualmente con ecosistemas de referencia (Ramírez y Cabrera, 2015), se definen los indicadores y las variables a monitorear. Los niveles de biodiversidad a monitorear son generalmente unidades de paisaje, comunidades y poblaciones, dentro de los cuales las variables relacionadas con métricas de parche, cobertura y conectividad, diversidad estructural y funcional, y demografía, son cuantificadas.

También se monitorean características físicas y químicas, principalmente relacionadas con la calidad y cantidad del agua y del suelo, y la evaluación de funciones hidrológicas y procesos biogeoquímicos. Las presiones, respuestas, y beneficios sociales y económicos que se relacionan con las acciones de restauración, también deberán ser monitoreados y relacionados con los niveles de biodiversidad.

Para la selección de las variables sociales y económicas es necesario un análisis minucioso de los beneficios y los efectos a nivel local y regional que generan las acciones de restauración, entre ellos, es común el monitoreo del nivel de participación y capacitación comunitaria en los procesos de restauración y las ganancias o pérdidas económicas generadas.

Finalmente, un monitoreo de procesos ecológicos debe ser desarrollado en conjunto y relacionado con las demandas por los bienes y servicios ecosistémicos (Herrick *et al.*, 2006).

En la restauración ecológica se aplican, generalmente, dos tipos de proyectos de evaluación: de «implementación» y de «efectividad». El primero cuantifica los cambios a corto plazo, y ello implica el análisis de la respuesta del sistema a escalas espaciales y temporales pequeñas, y el segundo evalúa si la acción alcanzó el objetivo último de la restauración, y requiere, por tanto, escalas espaciales y temporales más grandes (Block *et al.*, 2001).

¿Cómo monitorear? El diseño de muestreo incluye múltiples tópicos a definir como el tipo de muestreo (al azar, sistemático, o estratificado), la forma y el tamaño de la unidad muestral (número de réplicas o repeticiones), la técnica de muestreo (registros por observaciones directas, métodos automatizados, o sensores remotos), y su temporalidad (estacionales o anuales). Por la naturaleza de los estudios de monitoreo, la información recabada en cada muestreo debe ser compatible con la información previamente tomada, es decir, que se midan las mismas variables con las mismas técnicas o metodologías muy similares, pues solo de esta manera se pueden generar análisis robustos sobre el cambio de las variables en el tiempo y el espacio. Por lo anterior, el diseño metodológico debe ser elaborado meticulosamente. Adicionalmente, se deben definir los estándares para documentar y almacenar los datos y metadatos (formatos de campo, estándares como el DarwinCore, e

infraestructura informática). Todo esto debe corresponder y dependerá de lo que se quiere monitorear, es decir, de su respuesta a la pregunta anterior.

Viabilidad de monitoreo

Así como se pensó en la viabilidad de los indicadores, es necesario evaluar la viabilidad del 'cómo monitorear', pues esto depende, en gran medida, de presupuesto, logística, y personal calificado. Tenga en cuenta lo siguiente:

1. El diseño del monitoreo requiere personal con alta experiencia en las variables a estudiar, ya sean estos grupos taxonómicos, características físicas, químicas, o variables socio-económicas. En lo posible también se recomienda que estas personas tengan un buen conocimiento del área de estudio. No contar con un personal calificado puede significar costos muy elevados al no proveer datos oportunos, pertinentes, completos, y confiables, conduciendo a interpretaciones equivocadas sobre el éxito de las acciones de restauración (McComb *et al.*, 2010).
2. Idealmente los datos colectados en el monitoreo deben alimentar un sistema de información y análisis que permita constatar los avances en la restauración. Esto implica, al menos, contar con una infraestructura informática básica para el almacenamiento y análisis de las bases de datos. Los datos deben reposar en bases debidamente estructuradas y estandarizadas bajo una infraestructura institucional que permita su consulta y utilización en análisis para la evaluación de las variables monitoreadas, y que puedan ser comunicados y divulgados en sistemas de reportes adecuados. Se propone que las corporaciones autónomas regionales estructuren un sistema de información que cumpla con estas funciones, considerando los diferentes tipos de información: ambiental, biodiversidad, y aspectos sociales y económicos relacionados.
3. Bryant (1995), refiriéndose al monitoreo de restauración, propone una estrategia de pulsos que consiste en una primera fase de alta intensidad en la colecta de datos por un plazo de 3 a 5 años, y, posteriormente, monitoreo a largo plazo por periodos de 10 a 15 años con un menor esfuerzo de colecta de datos. Sugerimos que en el Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen el monitoreo se debe realizar a mediano y largo plazo, especialmente para el caso de comunidades bióticas y ecosistemas con una escala temporal adecuada que correspondería, al menos, a un periodo de dos a cinco años de datos continuos. Una temporalidad menor enmascara ciclos estacionales o fluctuaciones en los sistemas ecológicos. La implementación del monitoreo debe responder a esta necesidad.

4. Para realizar la fase de implementación de manera eficiente se debe contar con socios estratégicos que apoyen las diversas tareas de implementación.

¿Qué y cómo monitorear el DCS Barbas-Bremen? Definición de indicadores

Con base en las metas que se ha planteado, piense qué información puede generar para hacer seguimiento a la meta, de esta manera puede plantear su indicador. El manual de monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres (Aguilar-Garavito y Ramírez 2015) le será muy útil para seleccionar qué indicadores deben ser medidos para evaluar los diferentes aspectos de la restauración. Lo importante es que estos aspectos sean objetos clave en sus objetivos y metas.

Una vez defina los indicadores se debe pasar a la fase de definir las metodologías más adecuadas para la captura, almacenamiento, y manejo de los datos que van a ser monitoreados para generar los indicadores y asegurar su permanencia en el tiempo requerido.

Como ejemplo seleccionamos un conjunto de indicadores que dan seguimiento a las metas propuestas en el capítulo 4.

En el Anexo 6 se presenta la Figura 29 en mejor resolución para su correcta lectura,

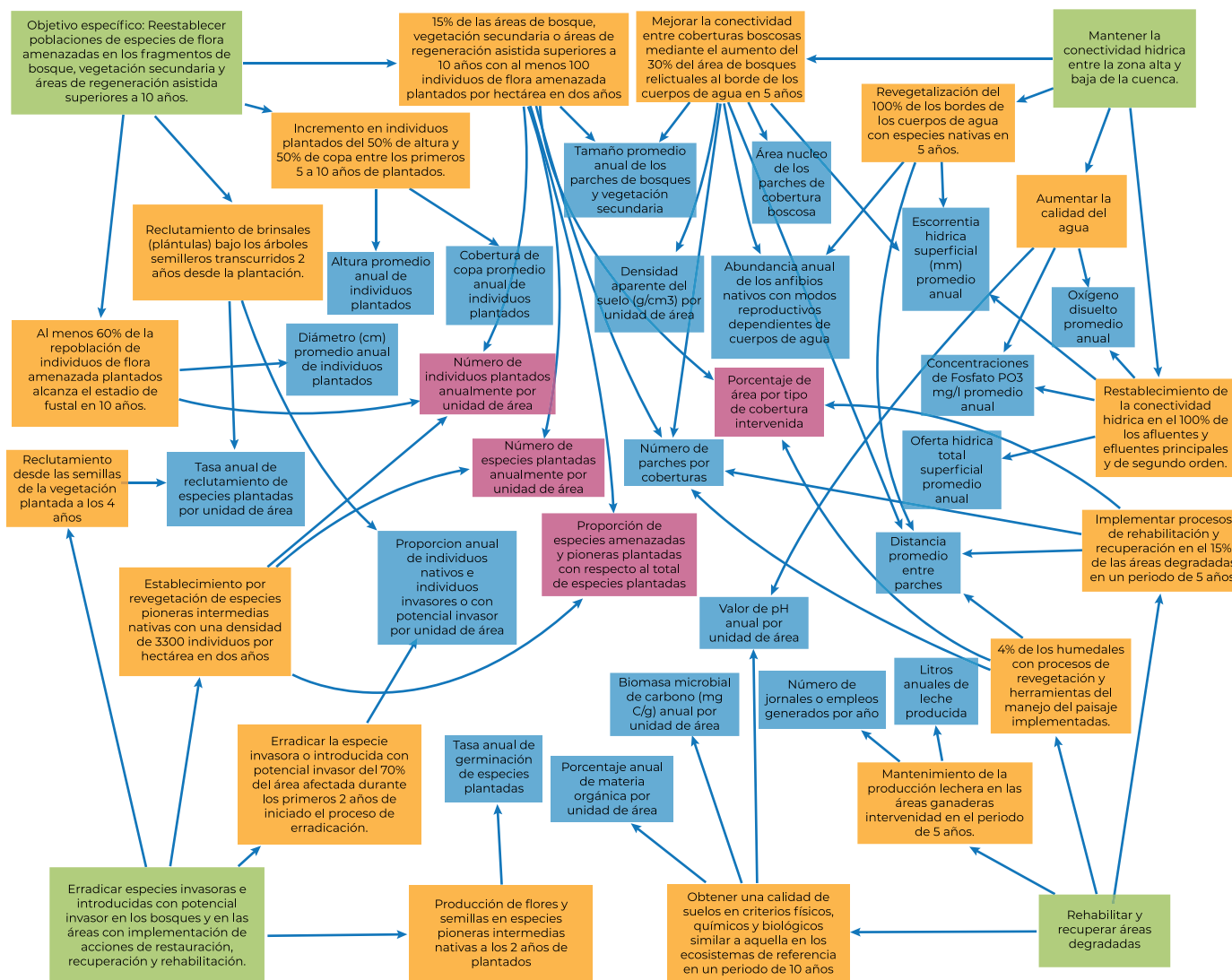


Figura 29. Ejemplo de un conjunto de indicadores. Ver en el Anexo 6 el detalle de esta figura.

Azul (largo plazo, efectividad), morado (corto plazo, implementación), amarillo para las metas, y verde para objetivos dados como ejemplo en el capítulo 1.

Comunicación y uso del indicador

Como se observa en la Figura 29, un mismo indicador puede responder a propósitos diferentes. Los indicadores están subordinados al propósito planteado en los objetivos y metas. La interpretación que se le da al indicador depende del tema de interés, por eso para cada caso un mismo indicador debe ser interpretado de manera distinta. Dada esta cualidad, los indicadores son un eje central para una toma de decisiones y una gestión adaptativa efectivas.

Al momento de comunicar el indicador es importante que este responda al contexto, es decir, que desarrolle una narrativa en torno a la situación que usted está evaluando con el indicador, y que transmita de manera clara cuál es el resultado de la evaluación. Para esto debe ser transparente al comunicar la incertidumbre asociada a los datos o al análisis que permitió el cálculo del indicador. Para hacer uso del indicador se deben conocer la procedencia de los datos y sus limitaciones.

Por último, para la fase de implementación, se deben considerar los temas de comunicación de los resultados del monitoreo, se debe definir cuál es el público, y qué información se desea comunicar para utilizar los medios más adecuados. Es importante que los resultados del monitoreo y evaluación lleguen a los actores, y que puedan hacer los ajustes necesarios a las acciones de manejo, como parte del manejo adaptativo a las iniciativas de conservación, restauración, y manejo.

Consideraciones sobre el muestreo de la biodiversidad

Una muestra se refiere a una porción del universo de estudio que es evaluada y, a partir de ella, hacer estimaciones o inferencias sobre dicho universo.

En el capítulo 6 se encuentran las fichas por tipo de área disturbada, donde se presenta información relevante para definir cuál es la técnica de restauración más apropiada con base en una descripción biótica, geográfica, de disturbios, y factores de degradación específicos para cada tipo de área.

La información que se encuentra en estas fichas es muy relevante para la definición del diseño del muestreo con fines de monitoreo, pues son esas áreas disturbadas las que se van a intervenir y, por lo tanto, representan una de las escalas en la que usted deberá evaluar el éxito de las acciones de restauración.

Adicionalmente, se deben evaluar dos escalas más: una a nivel de predio, que principalmente evaluará las metas a corto plazo, y más relacionadas con la implementación del proceso, y otra escala que debe responder a las metas y objetivos planteados para todo el distrito, esto implica que el diseño que plantee debe corresponder a un diseño anidado en donde pueda evaluar las acciones a nivel de predio, áreas disturbadas, y distrito.

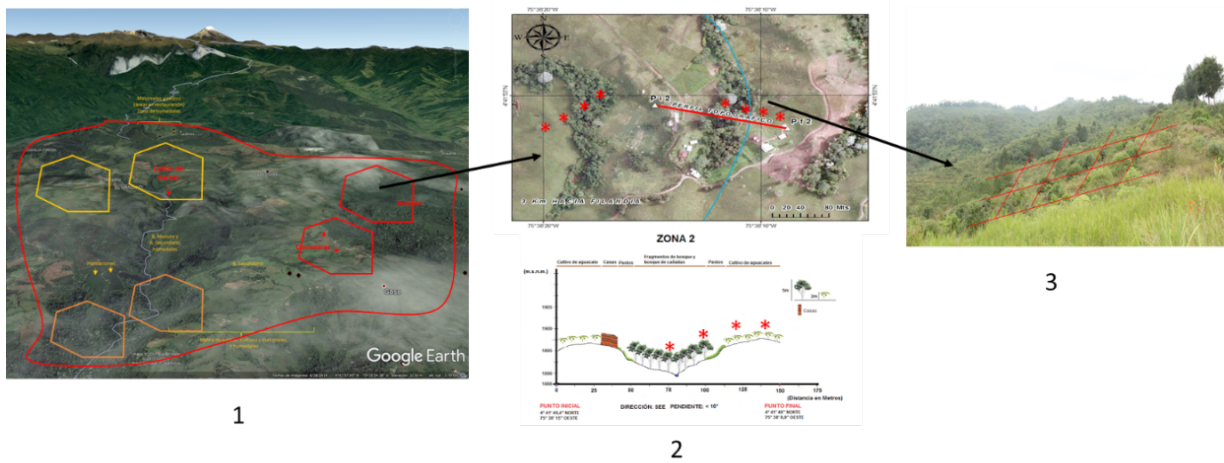


Figura 30. Escalas de diseño de muestreo. Elaboración propia.

Diseño de muestreo a escala de Distrito: puede ser estratificado por sectores, tipos de ecosistemas, o cotas altitudinales; diseño de muestreo a escala de tipo de área disturbada: puede ser sistemático, representando un gradiente de disturbio; y diseño de muestreo a escala de predio, cuadrícula en diseño de malla regular.

Estadísticamente la confirmación de la muestra requiere que esta sea independiente y lo suficientemente grande como para que represente el universo que se quiere analizar. En estudios ecológicos estos requerimientos son difíciles de manejar pues están relacionados con el patrón de distribución espacial y temporal de las distintas especies, la detectabilidad de las especies, la proximidad espacial de las unidades de muestreo, entre otros aspectos (Hurlbert, 1984).

McComb *et al.* (2010) señalan los siguientes aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar el muestreo:

- Las muestras se deben tomar distanciadamente unas de otras para evitar problemas de correlación espacial

- El esfuerzo de muestreo debe prolongarse hasta que se estabilice la varianza
- El muestreo debe ser amplio, pues pocas muestras incrementan la varianza y dificultan la detección de cambios
- En lo posible se debe procurar la estratificación de las comunidades o el área de estudio, hecho que con frecuencia se basa en la vegetación dominante, la topografía, el suelo o las áreas de manejo

Sobre las técnicas de colecta McComb et ál. (2010) señalan que deben ser homogéneas, aleatorias, representativas y robustas, a la vez que deben contar con un protocolo estandarizado. En la medida que se cumplan estas características, los resultados reflejarán cambios que obedecen al estado del sistema y no a efectos del muestreo, disminuyendo la incertidumbre asociada a los datos.

Plataformas de monitoreo

Cuando se tengan definidos los indicadores y las variables a monitorear, le sugerimos que utilice el *Manual de Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres* (Aguilar Garavito y Ramírez, 2015), para establecer las plataformas de monitoreo, es decir, el diseño de los sitios y técnicas para obtener los datos. En especial el capítulo 'Las hormigas en el monitoreo de la restauración ecológica' (Jiménez-Carmona et al.) será un referente importante dado que está basado en experiencias de los corredores del DCS Barbas-Bremen.

Debe tener en cuenta que una vez se establezcan los sitios, se monten las parcelas, o se dispongan los equipos necesarios para la mediciones, se debe hacer un mantenimiento de estas, es decir, frecuentemente se deberá verificar la ubicación de los vértices y de las estacas o postes de marcaje de cada transecto o parcela. Si alguno se ha perdido o se encuentra en mal estado o se ha caído, deberán reponerse y reubicarse. Para lo anterior se debe utilizar la misma metodología empleada en su momento de instalación inicial. Adicionalmente, se debe comprobar el estado y ubicación de las cuerdas y demás elementos utilizados para marcar las parcelas, y reponerlas en caso de que hagan falta. Si en el momento de instalación de las plataformas se establecieron zanjas, caminos o divisiones, estas deberán limpiarse y volverse a establecer. Por otra parte, deberá verificarse que todas las placas o marcas que se les haya hecho a las plantas preestablecidas o plantadas durante el proyecto se encuentren en cada individuo y en la posición adecuada. De lo contrario, deberán reponerse o reubicarse. La anterior revisión y reubicación deberá realizarse al menos cada año, o con la frecuencia que lo establezca el muestreo del plan de monitoreo del proyecto.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DCS Barbas-Bremen, área emblemática en biodiversidad

- El DCS Barbas-Bremen es un área de interés nacional por la provisión del recurso hídrico, biodiversidad, y valor paisajístico y cultural que posee. Así mismo, es un área con una importante actividad agrícola, ganadera, y turística. Como reconocimiento de esta importancia es declarada en el 2006 como Parque Regional Natural y en el 2011 se recategoriza como Distrito de Conservación de Suelos.
- El DCS Barbas-Bremen presenta una gran oportunidad para el desarrollo de proyectos de restauración, pues tiene una línea base suficiente que permite la caracterización ecológica de la zona, tiene experiencias exitosas de restauración como los corredores biológicos entre el cañón del río Barbas y el bosque de Bremen-La Popa, está aledaña a otras figuras de conservación de orden regional y nacional, lo que incrementa su valor en la conectividad regional, y existe reconocimiento de la importancia y apropiación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos por los actores locales.
- Implementar proyectos de restauración es una urgencia para el DCS Barbas-Bremen, pues existen afectaciones importantes como la presencia de especies invasoras, el atropellamiento de fauna, erosión de suelo, y pérdida de la calidad del agua por contaminación, que están poniendo en riesgo la conservación y el desarrollo sostenible de la región. Estos factores muchas veces no son visibles ante la comunidad. Se debe trabajar en visibilizarlos y en controlarlos o mitigarlos.

La restauración como aliada de la productividad y los modos de vida sostenibles de la región

- La restauración está direccionada a restablecer las funciones y características del ecosistema, por lo tanto, la restauración va más allá de la revegetalización de la zona. La restauración de un ecosistema de interés debe centrarse en el restablecimiento de los procesos ecosistémicos que regulan el flujo de los recursos limitantes, y no tanto en la preocupación por recuperar la estructura o la composición.
- Aunque en las primeras etapas de los proyectos de restauración los esfuerzos se centran en la recuperación del suelo y la generación de diferentes estratos de vegetación basados en el ecosistema de referencia y los procesos sucesionales, características como el aumento de diversidad biológica en fauna y flora, recuperación de servicios ecosistémicos, de la calidad del agua, y el suelo, deben ser incluidos.

- La restauración ecológica es un deber, tanto del Estado, las empresas privadas y públicas, los ganaderos, mineros y agricultores, como de la sociedad en general. Las instituciones del Sistema Nacional Ambiental avanzan hacia un compromiso con la restauración ecológica, el país es uno de los pocos del continente con un Plan Nacional de Restauración. Existen múltiples iniciativas de las autoridades ambientales y de los sectores en el establecimiento de procesos de restauración, como la CRQ, Carder, y el Grupo Energía Bogotá con esta guía de restauración ecológica.
- En el DCS Barbas-Bremen, así como en la mayor parte del Eje Cafetero, el desarrollo económico se ha basado en la explotación del capital natural. Específicamente en la región andina, las zonas más afectadas han sido las ubicadas entre los 1500 y los 2500 m s. n. m. (bosque subandino), territorio en el que se encuentra el DCS Barbas-Bremen. Las acciones de restauración se identifican como respuestas para la gestión integral de este territorio, específicamente: la conservación y restauración ecológica de los relictos de bosque y de vegetación nativa que están inmersas en la matriz productiva (fragmentos de bosque en ladera y cañadas en las áreas productivas; restauración ecológica para ampliar y conectar los relictos de bosques y humedales existentes; mejorar el uso que se hace sobre el capital natural en los sistemas productivos; cambiar las prácticas productivas por sistemas eficientes y sostenibles; y recuperar y rehabilitar estructuras y servicios ecosistémicos en las áreas productivas que se han degradado, dañado, o destruido.
- Desde la perspectiva social la restauración ecológica es importante, ya que además de traer soluciones a los problemas de degradación de los sistemas productivos, le permite a la comunidad participante desarrollar un sentido de pertenencia y corresponsabilidad frente al entorno.

Cómo hacer la restauración

- La restauración es un proceso, esto quiere decir que son un conjunto de acciones planificadas a lo largo del tiempo para alcanzar un objetivo y que, por esto, está en continuo movimiento, implementación, o desarrollo. Ninguna experiencia de restauración ecológica es igual a otra, es decir, cada una tiene un conjunto excepcional de características y de cada una se aprende algo diferente. Así mismo, cada proceso está vinculado directamente a los grupos sociales cercanos o que viven en los espacios a restaurar, con sus propias dinámicas, imaginarios, y comprensión del espacio.
- Un proceso de restauración ecológica implica el desarrollo de cuatro fases básicas: caracterización diagnóstica; diseño e implementación de las prácticas de restauración; diseño e implementación del programa de evaluación y seguimiento; e inclusión de los

actores sociales. Los árboles de decisiones producto de esta guía le serán muy útiles para saber qué hacer y tomar decisiones a lo largo de estas fases.

Fase de caracterización diagnóstica

- La fase de caracterización diagnóstica sintetiza el conocimiento del área degradada, del ecosistema, y de los múltiples estados sucesiones de referencia. Durante esta fase se deben definir los siguientes aspectos: zonificación ecológica, identificación, caracterización y priorización de las áreas degradadas, identificación y caracterización de ecosistemas potenciales, análisis de factores limitantes y tensionantes, y establecimiento de los objetivos de restauración. Establezca los objetivos teniendo en cuenta criterios de factibilidad e interés social y ecológico.
- Se recomienda que los objetivos y metas se construyan de manera participativa, en donde las personas e instituciones que se verán directamente involucradas en las acciones de restauración estén presentes. Esto garantizará que los diferentes actores sientan pertenencia por los objetivos y metas que deben ser alcanzados, que entiendan lo que se busca, y el impacto que las acciones tendrán.
- El tiempo invertido en el planteamiento claro de objetivos y metas será retribuido en la claridad con que se implementa el proyecto, la facilidad de seguimiento al mismo, y la capacidad de generar procesos adaptativos que mejoren las prácticas para lograr los resultados esperados. En esta guía se proponen objetivos y metas concretas a manera de ejemplos, que se pueden tomar como base para iniciar la definición de objetivos y metas definitivos.
- La priorización de sitios a restaurar es esencial para definir las áreas más estratégicas en las cuales invertir los recursos disponibles, aumentando el éxito y eficiencia de las acciones. Para esta priorización se deben tener en cuenta características biofísicas, provisión de servicios ecosistémicos, y actores clave que faciliten el establecimiento y continuidad de las acciones.
- Las acciones de restauración deben enfocarse en áreas de mayor extensión y no en pequeñas zonas aisladas donde los esfuerzos requeridos son mayores, para tener una de línea base y monitoreo; adicionalmente, se aumentan los costos de transporte de material y personal, las acciones son más vulnerables, y el impacto menor.
- Se recomiendan 10 zonas prioritarias para establecer proyectos de restauración, es importante profundizar estos análisis con cartografía más detallada en cada una de

estas zonas e incluir aspectos de oportunidad y costos para validar la viabilidad de implementar acciones en estas áreas.

- Se identifican 10 tipos de áreas disturbadas, presentando un diagnóstico para su restauración. Los sistemas severamente degradados no se recuperan por sí solos, se deben tratar las causas de los factores de degradación y no los síntomas. Por eso esta guía presenta unas fichas que le facilitarán el diseño e implementación de procesos de restauración ecológica, entendiendo su marco amplio de acción (restauración, recuperación, y rehabilitación), ya sea para áreas naturales, seminaturales, o completamente antrópicas.
- Los disturbios asociados a la presencia de torres de energía producen impactos ambientales relacionados con la pérdida de cobertura vegetal en los sitios de torre y franjas de servidumbre, fragmentación de ecosistemas, y cambios en las poblaciones de fauna, así como un impacto visual negativo sobre el paisaje y las zonas afectadas por la presencia de estas estructuras. Muchos de estos impactos son manejados mediante la construcción de estas estructuras en zonas transformadas para evitar la afectación sobre coberturas vegetales naturales y poblaciones de fauna.
- En el caso del impacto paisajístico, la comunidad del DCS-Barbas Bremen manifiesta que no está correctamente manejado, por lo cual en esta guía se presentan algunas propuestas de manejo, al margen de las obligaciones del Grupo Energía Bogotá, y que pueden ser implementadas en el marco de las acciones de restauración, las cuales buscan reducir el campo visual de estas estructuras mediante la implementación de pantallas de vegetación o camuflaje de las torres, entre otras medidas.
- Es importante mencionar que existen otras alteraciones en el DCS Barbas-Bremen que resultan altamente impactantes sobre la biodiversidad como la ganadería no controlada o la existencia de las vías al interior del área, que al hacer parte de la cotidianidad de los habitantes, resultan ser socialmente aceptadas y se invisibilizan.
- Con respecto a la operación de las vías se presenta una situación preocupante a causa del atropellamiento de fauna, lo cual puede estar afectando las poblaciones de fauna, y hasta el momento no cuenta con medidas de manejo en el Distrito. Este documento presenta algunas alternativas a tener en cuenta para el diseño e implementación de pasos de fauna, las cuales deberán ser evaluadas desde el componente técnico y financiero.

Implementación de las acciones de restauración

- Esta guía presenta con detalle las diferentes herramientas y técnicas para implementar acciones de restauración. Las acciones varían mucho entre un proceso y otro, incluso al interior del DCS Barbas-Bremen, sin embargo, su selección depende exclusivamente del tipo de disturbio, los factores tensionantes, limitantes, y potenciadores de la restauración. Al usar esta guía se deben relacionar las líneas de acción identificadas para cada tipo de área disturbada, con la descripción de las herramientas en el capítulo 8, y técnicas en el capítulo 9.
- Es muy importante seleccionar las áreas y las especies a utilizar, teniendo en cuenta los objetivos de restauración a distintas escalas y criterios socioecológicos.
- En síntesis, se recomienda establecer plantaciones en núcleos, grupos o módulos de diferente forma, distribución, número de individuos, biodiversos, y con plantas de diferentes hábitos y atributos vitales, pero seleccionando y estableciendo vegetación con criterio ecológico, de calidad, en hoyos grandes, y en alta densidad. Según las experiencias del DCS Barbas-Bremen se recomiendan densidades entre 2000 a 3000 árboles por ha y entre 3500 y 4000 arbustos por ha.
- En la restauración ecológica se requieren dos tipos de proyectos de monitoreo y evaluación: de implementación y de efectividad. El primero cuantifica los cambios a corto plazo, y ello implica el análisis de la respuesta del sistema a escalas espaciales y temporales pequeñas. El segundo, evalúa si la acción alcanzó el objetivo último de la restauración, y requiere, por tanto, escalas espaciales y temporales más grandes. Esta guía recomienda enfocarse más en el monitoreo para la efectividad, pues se evidenció un sesgo en los proyectos de restauración hacia un monitoreo a corto plazo que no está evaluando los objetivos de la restauración.
- Incorporar el monitoreo y los indicadores en el presupuesto del proyecto. El monitoreo será el que dará insumos para generar confianza con los financiadores y actores locales involucrados en el proyecto, aumentando la posibilidad de contar con más recursos y oportunidades en el futuro.

Lecciones aprendidas

El DCS Barbas-Bremen es un referente nacional e internacional para proyectos de restauración, dado el éxito de los corredores implementados, es importante construir sobre las lecciones aprendidas en el DCS Barbas-Bremen, por tal razón las recordamos en esta sección:



- Conservar antes que restaurar.
- Abordar la restauración a escala del paisaje.
- Formular y planear los planes, programas, y proyectos en la escala temporal y espacial adecuada.
- Diseñar las medidas con base en el diagnóstico de restauración.
- Definir y evaluar el éxito del proceso de restauración.
- Incluir verdaderamente a la comunidad.
- Fortalecer la infraestructura y la capacidad existente.
- Fortalecer redes y grupos de trabajos desde lo local a lo nacional.
- Fortalecer las políticas actuales, el marco normativo, y sancionatorio.
- Entender que la restauración ecológica no es un gasto de recursos económicos sino más bien una inversión para incrementar el capital natural.
- Es necesario que el Plan Nacional de Restauración se haga vinculante mediante un acto administrativo; así mismo, es necesario que las autoridades ambientales y los restauradores ajusten el PNR y su priorización a escala regional y local.

Próximos pasos

- A partir de este manuscrito se recomienda hacer un diagnóstico de restauración a escala del paisaje, ecosistemas, comunidades, poblaciones, y fincas mucho más prolongado. Así mismo, este debe construirse y validarse con las autoridades ambientales, administrativas, y con los actores sociales.
- El distrito cuenta con varios estudios de diversidad biológica. No obstante, no existe una lista unificada de especies, lo cual dificulta generar estadísticas que cubran el área de interés y el desarrollo de planes de manejo para su conservación.
- Existe poca información acerca de los humedales en el distrito, por lo tanto, es urgente construir una línea base donde se identifiquen estos ecosistemas, teniendo en cuenta

las áreas de captación y su conectividad hídrica superficial y subterránea, lo cual permitirá la priorización de los humedales a trabajar junto con el análisis de variables complementarias como estado de degradación, atributos a recuperar, etc.

- Es importante fortalecer el conocimiento de los servicios ecosistémicos de los humedales, el más reconocido es provisión, ya que al ser raramente identificados por la población, se genera poco interés en su conservación y manejo.
- La identificación de vegetación de humedales debe abordar dos aspectos principales: primero se deben conocer los tipos de humedales en el gradiente altitudinal y la geoforma que los alberga, ya que sus características biológicas y funcionales están condicionadas a estos aspectos; y, segundo, en cada tipo de humedal se deben hacer levantamientos de vegetación para conocer cómo varía desde las zonas más húmedas a las más secas (el suelo y la pendiente son esenciales en este sentido).
- Conocer qué vegetación se encuentra en estas zonas de humedal, áreas con inundación temporal, o con hidromorfismo en el suelo, es un paso inicial en la recuperación de estos ecosistemas, permitiría hacer la selección de especies prioritarias para el proceso de restauración, evaluar bancos de semillas, y explorar protocolos de propagación in vivo.
- Se debe hacer una planificación del proceso de restauración en el DCS Barbas-Bremen a largo plazo y por fases, de manera que se pueda ir ejecutando a medida que se consiguen los recursos, bajo una hoja de ruta clara que asegure el éxito y efectividad de las acciones.
- Al implementar un proyecto de restauración se debe contar con el tiempo y recursos suficientes para hacer todas las fases del proceso de restauración ecológica. En este sentido, los proyectos deben tener periodos de ejecución que garanticen todas las fases, y no solamente la siembra de las especies. Se debe contar con un equipo profesional interdisciplinario e idóneo y se debe trabajar de la mano con la comunidad, desde el inicio, para generar apropiación y continuidad después de su finalización.
- Las propuestas de esta guía deben complementarse y validarse con las autoridades ambientales, administrativas, y con los actores sociales, de manera que permita alcanzar los objetivos que sean definidos.



REFERENCIAS

- Aguilar, M., Sierra, J., Ramírez, W., Vargas, O., Calle, Z., Vargas, W., Murcia, C., Aronson, J. y Barrera-Cataño, J. I. (2015). Towards a Post-conflict Colombia. Restoring to the Future. *Restoration Ecology*, 23(1), 4-6.
- Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. (2014). Elaboración de un proyecto de restauración ecológica para los páramos. En M. Cabrera y W. Ramírez. *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: transformación y herramientas para su conservación*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- ____ (2015). *Conceptos de restauración ecológica aplicados a ecosistemas afectados por especies invasoras*. En J. Cárdenas-Toro, M. P. Baptiste, W. Ramírez y M. Aguilar-Garavito (ed.).
- ____ (2015b). Estructura y contenidos básicos para el programa de monitoreo. En M. Aguilar-Garavito y W. Ramírez (ed.). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- ____ (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. *Biodiversidad en la práctica*, 1(1), 147-176.
- Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Aguilar-Garavito, M., Ramírez, W., Rondón-Camacho, D. C. y Barrera-Cataño, J. I. (2016). Aspectos sociales en el monitoreo de la restauración ecológica: una propuesta integral para la evaluación y seguimiento. En E. Ceccon y D. Pérez. *Más allá de la Ecología de la Restauración*. Buenos Aires: Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica y Vázquez Mazzini Editores.
- Alcaldía de Filandia (2006). *Gestión Ambiental Municipal*, pp. 1-74. Filandia, Quindío, Colombia: Alcaldía de Filandia.
- Arango, N., Armenteras, D., Castro, M., Gottsmann, T., Hernández, O. L., Matallana, C. L., Morales, M., Naranjo, L. G., Renjifo, L. M., Trujillo, A. F. y Villarreal, H. F. (2003). *Vacíos de*

conservación del Sistema de Parques Nacionales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. Bogotá, D. C.: WWF Colombia, Fondo Mundial para la Naturaleza.

Aronson J., Renison, D., Rangel, O. Ch., Levy-Tacher, S., Ovalle, C. y Del Pozo, A. (2007). Restauración del capital natural. Sin reservas no hay bienes y servicios. *Ecosistemas*, 16(3), 15-24.

Aronson J., Milton, S. y Blignaut, J. (ed.) (2007). *Restoring Natural Capital: Science, Business, and Practice.* Washington, D. C.: Island Press.

Aronson, J., Blignaut, J. N., Milton, S. J. y Clewell, A. F. (2006). Natural Capital: The Limiting Factor. *Ecol. Eng.* (28), 1-5.

Baptiste, M. P., Cárdenas-Toro, J., Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. (2015). Árbol de decisión para la gestión de invasiones biológicas. En J. Cárdenas-Toro, M. P. Baptiste, W. Ramírez y M. Aguilar-Garavito (ed.). *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia.* Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Barrera-Cataño, J. I. y Valdés-López, C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum* [edición especial II] (12), 11-24.

Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Garzón-Yepes, N. V., Moreno-Cárdenas, A. C. y Montoya-Villarreal, S. P. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital.* Bogotá, D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).

Battin, J. y Sisk, T. D. (2003). Assessing Landscape-level Influences of Forest Restoration on Animal Populations. En P. Frederic (ed.). *Ecological Restoration of Southwestern Ponderosa Pine Forests.* Washington D. C.: Society for Ecological Restoration International y Island Press.

Beeby, A. (1993). *Applying Ecology* [1.ª ed.]. Londres: Chapman y Hall.

Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. (1996). *Ecology: Individuals, Populations and Communities.* Nueva Jersey: Blackwell Science Ltd.

Bender, E. A., Case, T. J. y Gilpin, M. E. (1984). Perturbation Experiments in Community Ecology: Theory and Practice. *Ecology*, (65), 1-13.

- Beven, K. J. y Kirby, M. J. (1979). A Physically Based, Variable Contributing Area Model of Basin Hydrology. *Hydrological Sciences Bulletin*, (24), 43-69.
- Block, W. M. et al. (2001). Design and Implementation of Monitoring Studies to Evaluate the Success of Ecological Restoration on Wildlife. *Restoration Ecology*, 9(3), 293-303.
- Bradshaw, A. D. (1993). Restoration Ecology as a Science. *Restoration Ecology*, 1(2), 71-73.
- Brown, S. y Lugo, A. E. (1994). Rehabilitation of Tropical Lands: A Key to Sustaining Development. *Restoration Ecology*, 2(2), 97-111.
- Bryant, M. D. (1995). Pulsed Monitoring for Watershed and Stream Restoration. *Fisheries* 20(11), 6-13.
- Budowski, G. (1987). Living Fences in Tropical America, a Widespread Agroforestry Practice. En H. L. Gholz (ed.). *Agroforestry: Realities, Possibilities and Potentials*, pp. 169-178. Leiden, Países Bajos: Martinus Nijhoff Publishers.
- Cabrera, M. (2014). Identificación y selección de los indicadores en la restauración. En M. Cabrera y W. Ramírez. *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: transformación y herramientas para su conservación*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cabrera, M. y Ramírez, W. (2014). *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: transformación y herramientas para su conservación*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cairns, Jr. J. (1993). Is restoration ecology practical? *Restoration Ecology*, 1(1), 3-7.
- ____ (1993b). Ecological restoration: Replenishing our National and Global Ecological Capital. En D. Saunders, R. J. Hobbs y P. Ehrlich (ed.). *Nature Conservation 3: Reconstruction of Fragmented Ecosystems*, pp. 193-208. New South Wales, Australia y Chipping Norton: Surrey Beatty y Sons.
- Callaway, R. M. (1995). Positive Interactions among Plants. *The Botanical Review* (61), 306-349.
- Carder (2008). *Documento soporte para ajuste en el POT de Pereira sobre el área natural del Parque Regional Natural Barbas-Bremen*, 1-19.
- ____ (2011). Acuerdo n.º 030, 17 de junio de 2011, 1-2.
- Cardona, J. (2012). *Pastos y especies forrajes como sustento alimenticio más abundante y barato para bovinos*. Bogotá, D. C.: Fedegán.

- Clewell, A. F. (1993). Ecology, Restoration Ecology and Ecological Restoration. *Restoration Ecology*, 1(3), 141.
- Clewell, A. F. y Aronson, J. (2006). Motivations for the Restoration of Ecosystems. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 20(2), 420-428.
- ____ (2007). *Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession*. Washington, D. C.: Island Press.
- Concejo Municipal Filandia (2000). Esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Filandia - Quindío 2000-2009, pp. 1-82. Filandia, Quindío, Colombia: Concejo Municipal Filandia.
- Convención Ramsar (1971). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*. [Texto de la convención Ramasar, copia certificada, 1-11].
- Connell, J. H. y Slatyer, R. O. (1977). Mechanisms of Sucesion in Natural Communities and their Role Community Stability and Organization. *American Naturalist*, (111), 1119-1141.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío (2009). *Ajuste Plan de Acción 2007-2011*, pp. 1-211. Armenia, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- ____ (2011). Acuerdo n.º 012 de 2011, pp. 1-8. Armenia, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- ____ (2014). *Plan de manejo del distrito de conservación de suelos Barbas-Bremen, jurisdicción del departamento del Quindío (municipios de Filandia y Circasia)*. Armenia, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío et al. (2008). Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja. 'El rejuvenecer de La Vieja'. Armenia, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío, WWF y Fundación Ceres. (2009). *Formulación del Plan de Manejo del Parque Natural Regional Barbas - Bremen, en el área de jurisdicción del departamento. Filandia - Quindío*. Armenia, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- Crawford, P. y Bryce, P. (2003). Project Monitoring and Evaluation: A Method for Enhancing the Efficiency and Effectiveness of Aid Project Implementation. *International Journal of Project Management*, 21(5), 363-373.

- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2015). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Todos por un nuevo país* [versión preliminar para la discusión del Consejo Nacional de Planeación]. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202014-2018.pdf>
- Díaz-Martín, R. (2007). El monitoreo en la restauración ecológica. En O. Vargas (ed.). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Grupo de Restauración Ecológica.
- Echeverri-Ramírez, P. A., Nieto, M. y Hernández-Heredia, L. E. (2007). *Formulación Plan de Manejo del Parque Natural Regional Barbas-Bremen*, pp. 1-120
- EJOLT (2014). Environmental Conflicts in Colombia. *Environmental Justice Atlas*. Recuperado de <http://ejatlas.org/country/colombia>
- Etter A., McAlpine, C. y Possingham, H. (2008). Historical Patterns and Drivers of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 2-23.
- Etter, A. y van Wyngaarden, W. (2000). Patterns of Landscape Transformation in Colombia, with Emphasis in the Andean Region. *Ambio*, 29(7), 443-450.
- Ferraro, P. J. y Pattanayak, S. K. (2006). Money for Nothing? A Call for Empirical Evaluation of Biodiversity Conservation Investments. *Plos Biology*, 4(4), 105.
- Finegan, B. y Delgado, D. (2000). Structural and Floristic Heterogeneity in a 30 Year - Old Costa Rican Rain Forest Restored on Pasture Through Natural Secondary Succession. *Ecological Restoration*, 8(4), 380 - 393
- Garzón-Yepes, N. V. y Gutiérrez, J. C. (2013). *Deterioro de humedales en el Magdalena medio: un llamado para su conservación*. Bogotá, D. C.: Fundación Alma e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gómez, O. D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Grime, J. P. (1989). The Stress Debate: Symptom of Impending Synthesis? En P. Calow y R. J. Berry (ed.). *Evolution, Ecology and Environmental Stress*, pp. 3-17. Londres: Academic Press.

- Grubb, P. J. (1985). Plant Population and Vegetation In Relation To habitat, Disturbance and Competition: Problems of Generalization. En J. White (ed.) *The Population Structure of Vegetation*, pp. 595-621. Dordrecht, Holanda: Dr. W. Junk Publishers.
- Grupo de Ecología de la Restauración - Subdirección Científica (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica en áreas afectadas por incendios forestales* [1.ª ed.]. Bogotá, D. C.: Fondo Editorial del Jardín Botánico José Celestino Mutis y Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.
- Guariguata, (2003). Bases ecológicas generales para el seguimiento de proyectos de restauración de bosques. Restauración ecológica y reforestación. *Memorias del Seminario de Restauración Ecológica y Reforestación*, pp. 83-98. Bogotá, D. C.: Fundación Alejandro Ángel Escobar, Fundación Friedrich Ebert de Colombia, Fescol, Foro Nacional Ambiental y GTZ.
- Guerrero, A. y da Rocha, P. (2010). Passive Restoration in Biodiversity Hotspots: Consequences for an Atlantic Rainforest Lizard Taxocene. *Biotropica*, 42(3), 379-387.
- Hallett, L. M. et al. (2013). Do We Practice What We Preach? Goal Setting for Ecological Restoration. *Restoration Ecology*, 21(3), 312-319.
- Harris, J. A., Hobbs, R. J., Higgs, E. y Aronson, J. (2006). Ecological Restoration and Global Climate Change. *Restoration Ecology*, 14(2), 170-176.
- Harvey, C. A., Villanueva, C., Villacis, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., y Navas, A. (2003). Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 30-39.
- Herrick, J. E., Schuman, G. E. y Rango, A. (2006). Monitoring Ecological Processes for Restoration Projects. *Journal for Nature Conservation*, (14), 161-171.
- Hobbs, R. J. (2002). The Ecological Context: A Landscape Perspective. En M. R. Perrow y A. J. Davy (ed.). *Handbook of ecological restoration, vol. 1: principles of restoration*. Cambridge, Reino Unido: University Press.
- ____ (2007). Setting Effective and Realistic Restoration Goals: Key Directions for research. *Restoration Ecology*, 15(2), 354-357.
- Hobbs R. J., Arico, S., Aronson, J., Baron, J. S., Bridgewater, P., Cramer, V. A., Epstein, P. R., Ewel, J. J., Klink, C. A., Lugo, A. E., Norton, D., Ojima, D., Richardson, D. M., Sanderson, E. W., Valladares, F., Vilà, M., Zamora, R. y Zobel, M. (2006). Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, 15(1), 1-7.

- Hobbs, R. J. y Harris, J. A. (2001). Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium. *Restoration Ecology*, (9), 239-246.
- Hobbs, R. J. y Norton, D. A. (1996). Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology. *Restoration Ecology*, 4(2), 93-110.
- Holl, K. D. y Aide, T. M. (2011). When and Where to Actively Restore Ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1558-1563.
- Hurlbert, S. H. (1984). Pseudoreplication and the Design of Ecological Field Experiments. *Ecological monographs*, 54(2), 187-211.
- Icesi (2015). Informe final de actividades: levantamiento de la información biológica de la ventana de biodiversidad, municipio de Filandia, Quindío. Proyecto planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Convenio ent., 1-95
- Ideam (1999). *Estudio nacional del agua, balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia* [1.ª versión]. Bogotá, D. C.: Ideam.
- ____ (2010). *Resumen ejecutivo de la memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica para Colombia*. Bogotá, D. C.: Ideam. Recuperado de https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Bosques/090311_Articulo_deforestacion90_05.pdf
- ____ (2013). *Subzonas hidrográficas. Zonificación*. Cartografía. Escala 1:100.000. Bogotá, D. C.: Ideam.
- Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi y IIAP (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2003). *Caracterización biológica y socioeconómica de la ventana de paisaje rural ganadero en el Cañón del Río Barbas (Filandia-Quindío)*. Armenia
- Janzen, D. H., (2002). Tropical Dry Forest: Área de Conservación Guanacaste, Northwestern Costa Rica. En M. Perrow y A. Davy (ed.). *Handbook of ecological restoration [Vol. 2]. Restoration in practice* pp. 559-584. Cambridge, Reino Unido.
- Jaramillo, Ú. y Estupiñán-Suárez, L. M. (2017). Humedales al rescate de la sociedad -412-. En L. A. Moreno, G. I. Andrade y L. F. Ruiz-Contreras [ed.]. *Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Jarro-Fajardo, E. M. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica en áreas afectadas por la expansión agropecuaria en el Distrito Capital* [1.ª ed.]. Bogotá, D. C.: Alcaldía Mayor de Bogotá y Fondo Editorial del Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- Lamb, D. (1998). Large-scale Ecological Restoration of Degraded Tropical Forest Land: The Potential Role of Timber Plantations. *Restoration Ecology*, 6(3), 271-279.
- Laska, G. (2001). The Disturbance and Vegetation Dynamics: A Review and an Alternative Framework. *Plant Ecology*, (157), 77-99.
- Laycock, W. A. (1995). New Perspectives on Ecological Condition of Rangelands: Can State and Transition or Other Models Better Define Condition and Diversity? En L. Montes y G. E. Olivia, (ed.). *Proceedings of the International Workshop on Plant Genetic Resources, Desertification and Sustainability*. Argentina: INTAEEA, Río Gallegos.
- LERF (Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal) (2010). *Pacto pela restauração da mata Atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF.
- Lindenmayer, D. B. y Likens, G. E. (2009). Adaptive Monitoring: A New Paradigm for Long-term Research and Monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(9), 482-486.
- Lozano, F. H. et al. (2004). *Herramientas de manejo como estrategia de conservación de biodiversidad en paisajes rurales andinos. Caso: corredores de conexión entre la Reserva Forestal Bremen y el cañón del río Barbás, Filandia, Quindío*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Machmer, M. y Steeger, C. (2002). *Effectiveness Monitoring Guidelines for Ecosystem Restoration* [final report]. Victoria, B. C.: Habitat Branch, Ministry of Water, Land and Air Protection.
- Margalef, R (1974). *Ecología*. Barcelona: Omega.
- Martínez-Ramos, M. y García-Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (80).
- McComb, B. et al. (2010). *Monitoring Animal Populations and their Habitats: A Practitioner's Guide*. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos: CRC Press.
- McCook, L. J. (1994). Understanding Ecological Community Succession: Causal Models and Theories, a Review. *Vegetatio*, (110), 115-147.

- McDonald, T. et al. (2016). *International Standards for the Practice of Ecological Restoration - Including Principles and Key Concepts*. Washington, D. C.: Society for Ecological Restoration.
- Mclver, J. y Starr, L. (2001). Restoration of Degraded Lands in the Interior Columbia River Basin: Passive vs. Active Approaches. *Forest Ecology and Management*, (153), 15-28.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water Synthesis*. Washington, D. C.: World Reso.
- Milton S. J., Aronson, J. y Blignaut, J. N. (2005). Restoring Natural Capital_Shared Visions for Ecology and Economy. *Quest (South African Academy of Science)*, (2), 39-41.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) (2013). *Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Montes, C. et al. (2007). *Manual de restauración de humedales mediterráneos*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente.
- Mooney, H. A. y Godron, M. (1983). *Disturbance and ecosystems*. Berlin y Nueva York: Springer-Verlag.
- Murcia, C. y Guariguata, M. R. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades, y oportunidades*. Documentos ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Murcia, C., et al. (2015). *Estado del monitoreo de la restauración ecológica en Colombia. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Murcia, C., Kattan, G. H. y Andrade-Pérez, G. I. (2013). Conserving Biodiversity in a Complex Biological and Social Setting: The Case of Colombia. En N. S. Sodhi, L. Gibson y P. H. Raven (ed.). *Conservation biology: voices from the tropics*. Nueva Jersey: John Wiley y Sons, Ltd. y Hoboken.
- National Research Council (1992). *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy*. Washington, D. C.: National Academic Press.
- National Research Council (2004). *Adaptive Management for Water Resources Project Planning. Panel on Adaptive Management for Resource Stewardship, Committee to*

Assess the U. S. Army Corps of Engineers Methods of Analysis and Peer Review for Water Resources Project Planning. Washington, D. C.: National Academic Press.

Noon, B. R. (2003). *Conceptual Issues in Monitoring Ecological Resources. Monitoring Ecosystems: Interdisciplinary Approaches for Evaluating Ecoregional Initiatives.* Washington, D. C.: Island Press.

Odum, E. P. (1963). *Ecology.* Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Pérez-Rincón, M. (2014). *Conflictos ambientales en Colombia: inventario, caracterización y análisis. Estudio de caso para 72 casos de injusticia ambiental.* Cali, Colombia: Instituto CINARA.

Petersen, S. L., Roundy, B. A. y Bryant, R. M. (2004). Revegetation Methods for High-elevation Roadsides at Bryce Canyon National Park, Utah. *Restoration Ecology*, (12), 248-257.

Pickett, S. T. A. y White, P. S. (1985). *The Ecology of Natural Disturbance and Pathways of Succession.* Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Academic Press Inc.

Pickett, S. T. A., Collins, S. L. y Armesto, J. J. (1987). A Hierarchical Consideration of Causes and Mechanisms of Succession. *Vegetatio*, (69), 109-114.

Quesada, M., Sanchez-Azofeifa, A., Alvarez-Añorve, M., Stoner, K., Cabadilla, L., Calvo, J. y Castillo, A. (2009). Succession and Management of Tropical Dry Forests in the Americas: Review and New Perspectives. *Forest Ecology and Management*, (258), 1014-1024.

Ramírez, W. (2014). Editorial, Boletín REDCRE. *Boletín REDCRE*, 8(2), 1-2 Bogotá, D. C.: Escuela de Restauración Ecológica (ERE) - Pontificia Universidad Javeriana.

Ramírez, W. et al. (2015). Definición de objetivos, metas, indicadores y cuantificadores para el monitoreo a procesos de restauración ecológica. En M. Aguilar-Garavito y W. Ramírez (ed.). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres.* Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Rapport, D. J. y Whitford, W. G. (1999). How Ecosystems Respond to Stress. *Bio-Science*, 49(3), 193-203.

Redi, B. H., Van Aarde, R. J. y Wassenaar, T. D. (2005). Coastal Dune Forest Development and the Regeneration of Millipede Communities. *Restoration Ecology*, (13), 284-291.

Ricaurte, L. F. et al. (2015). La Pluralidad del Agua. Clasificación Humedales. En U. C. J. Jaramillo. *Colombia anfibia, un país de humedales.* Bogotá, D. C.: FC, editor.

- Sauer, J. D. (1979). Living Fences in Costa Rican Agriculture. *Turrialba*, 29(4), 225-261.
- Secretaría Ramsar (2002). *Principios y lineamientos para la restauración de humedales Ramsar*. Resolución VIII, 16 Principios, 15.
- ____ (2015). Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes. *Convención sobre los humedales, nota informativa Rasar*, 7(20).
- SER (Society for Ecological Restoration International Science y Policy Working Group) (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Sørensen, R., Zinko, U. y Seibert, J. (2006). On the Calculation of the Topographic Wetness Index: Evaluation of Different Methods Based on Field Observations. *Hydrology and Earth System Sciences*, (10), 101-112.
- Suter, G. W. (1993). A Critique of Ecosystem Health Concepts and Indexes. *Environmental toxicology and chemistry*, 12(9), 1533-1539.
- Temperton, V. M., Hobbs, R. J., Nuttle, T. y Halle, S. (2004). *Assembly Rules and Restoration Ecology: Bridging the Gap Between Theory and Practice*. Washington, D. C.: Society for Ecological Restoration International y Island Press.
- Terradas, J. (2001). *Ecología de la vegetación: de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de las comunidades y paisaje*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Tomas-Vives, P. (ed.) (1996). *Monitoring Mediterranean Wetlands. A Methodological Guide*. ICN, Lisboa y Slimbredge, Reino Unido: MedWet Pub.
- Turner, G. M., Baker, W. L., Peterson, C. J. y Peet, R. K. (1998). Factors Influencing Succession: Lessons From Large, Infrequent Natural Disturbances. *Ecosystems*, (1), 511-523.
- Universidad Tecnológica de Pereira, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, UAESPNN y Ministerio del Medio Ambiente (2002). *Inventario y caracterización de los humedales del Parque Nacional Natural los Nevados y zona amortiguadora en los departamentos de Caldas y Risaralda*. Pereira, Risaralda, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- USEPA (2000). *Principles for the Ecological Restoration of Aquatic Resources*. EPA841-F-00-003, 4.
- Van-Andel, J. y Aronson, J. (ed.) (2013). *Restoration Ecology: The New Frontier*. Hoboken, Nueva Jersey, Estados Unidos: Blackwell Publishing Company LTD.

- Van Andel, J. y Grootjans, A. P. (2006). Concepts in Ecological Restoration. *Restoration Ecology*, 16-28.
- Van der Hammen T. et al. (2008). *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Bogotá, D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente, Gerencia Ambiental - EAAB, Subdirección Científica Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Red de Humedales de la Sabana de Bogotá.
- Van-Diggelen, R., Grootjans, A. P. y Harris, J. A. (2001). Ecological Restoration: State of the Art or State of the Science? *Restoration Ecology*, 9(2), 115-118.
- Vargas, O. (ed.) (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico, y Secretaría Distrital de Ambiente.
- Vargas, O., Díaz-Triana, J., Reyes, S. y Gómez, P. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Vargas O., León O., y Díaz-Espinosa, A. (2009). *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Grupo de Restauración Ecológica.
- Vargas, O. et al. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Grupo de Restauración Ecológica.
- Vilardy, S. P. et al. (2014). *Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales. Una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- White, P. S. y Jentsch, A. (2001). The Search for Generality in Studies of Disturbance and Ecosystems Dynamics. *Progress in Botany*, (62), 399-450.
- Whitmore, T. C. (1978). Gaps in the Forest Canopy. En P. B. Tomlinson y M. H. Zimmerman (ed.). *Tropical Trees as Living Systems*, pp. 639-655. Nueva York: Cambridge University Press.
- WRI (2014). *Initiative 20 X 20. Bringing 20 million hectares of degraded land in Latin America and the Caribbean into restoration by 2020*. Recuperado de <http://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20>

Young, T. P., Petersen, D. A. y Clary, J. J. (2005). The Ecology of Restoration: Historical Links, Emerging Issues and Unexplored Realms. *Ecology Letters*, 8(6), 662-673.

Zamora, R. y García-Fayos, P. y Gómez, L. (2004). En F. Valladares, (ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF S. A.

ANEXOS

- Anexo 1. Formatos para la caracterización diagnóstica
- Anexo 2. Criterios e indicadores de monitoreo
- Anexo 3. Documentación del proceso de restauración
- Anexo 4. Tablas y explicaciones para priorizar áreas a restaurar
- Anexo 5. Figura 29 - Indicadores metas objetivos
- Anexo 6. Árbol 1 - Proceso restauración ecológica
- Anexo 7. Árbol 2 - Abordaje restauración
- Anexo 8. Leyenda árbol



ANEXO 1

Anexo 1. Formatos para la caracterización diagnóstica.

Formato 1 Levantamiento general área de estudio

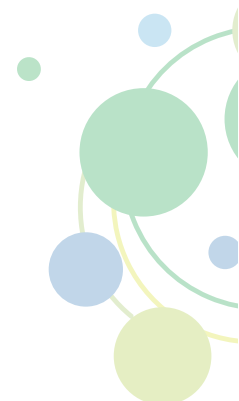
Posición topográfica en geoforma						Tipo de geoforma			
Procesos erosivos			Procesos geomorfológicos			Pendiente dominante			
Tipo	Gravedad	área afectada	Tipo	Gravedad	área afectada	Ángulo	Longitud	Dirección	
Laminar	baja	<25 %	Desplomes y vuelcos	Baja	<25 %				
Surcos	alta	26-50%	Soliflucción	Alta	26-50%	Forma			
Cárcavas	moderada	50-75%	Deslizamientos	Moderada	50-75%	Recta	Convexa	Cóncava	
Regueros	muy alta	>75%	Avalanchas	Muy alta	>75%	Irregular	Cóncava-convexa		
Tipo de relieve						Drenajes y cuerpos de agua			
Plano (0 %)	Ondulado (2-7 %)	Quebrado (8-13%)	Colinado (14-19)	Montañoso (20-55%)	Escarpado (>55%)				
Procesos culturales									
Actuales					Históricos				
Coberturas aledañas al área de estudio									
Dirección	N		S		E		W		
Tipo de cobertura									
Coberturas cercanas al área de estudio									
Dirección	N		S		E		W		
Tipo de cobertura									
Tipos de cobertura dominantes del área de estudio									
Tipo de cobertura		Ubicación			Porcentaje de cobertura		Comunidades vegetales características		
Perfil topográfico									

Formato 2 levantamiento de información en focos de invasión

Caracterización semi-detallada							Hoja #	
Fecha		Latitud inicial		Longitud inicial		Altitud inicial		
Código del parche		Latitud final		Longitud inicial		Altitud final		
Edad del parche		Forma del parche		Tamaño del parche		% de invasión		
Ubicación referencia								
Altura media parche	<0,5 m	0,5-1 m	1-1,5m	1,5-2m	Accesibilidad al parche	muy baja	baja	media
	2-2,5m	2,5-3m	3-3,5m	>3,5 m		media-alta	alta	muy alta
Coberturas aledañas al área a intervenir								
Dirección	N	S		E		W		
Tipo de cobertura								
Coberturas cercanas al área a intervenir								
Dirección	N	S		E		W		
Tipo de cobertura								
Coberturas que facilitan la dispersión de la planta invasora						Probabilidad de dispersión		
Tipo de cobertura						muy baja	baja	media



Ubicación						media-alta	alta	muy alta	
Pendiente dominante				Forma de la pendiente dominante					
Ángulo		Longitud		Recta	Cóncava-convexa	Cóncava	Convexa	Irregular	
Tipo de relieve				Tipo de sustrato					
Plano (0 %)	Ondulado (2-7 %)	Quebrado (8-13%)	Colinado (14-19)	Montañoso (20-55%)	Escarpado (>55%)	Orgánico	Hojarasca	musgo	
Datos GPS					No. de fotografía		Arena	Roca	otro
Waypoint		Exactitud							
Perfil esquemático del foco de invasión									
Perfil topográfico									
Observaciones generales									



Formato 3. Ficha de focos de invasión o de áreas disturbadas

Foco de invasión n° :

Descripción

Localización

Mapa

X coord	Y coord	Altitud
"	"	

Exactitud m +/-:

Coberturas vegetales contiguas

Coberturas vegetales cercanas

Probabilidad de dispersión

Magnitud del problema

Evolución esperada

Urgencia de intervención

Valoración total del problema. Importancia

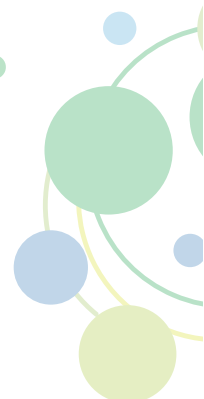
Imagen representativa del fragmento invadido



Formato 4. Formato de evaluación y seguimiento de áreas intervenidas

Caracterización detalladaA (parcelas de 1 X 1 m)								hoja #	
Fecha		Latitud inicial		Longitud inicial		Altitud inicial			
Cód. Parcela		Latitud final		Longitud inicial		Altitud final			
Edad del parche		Forma del parche		Tamaño del parche		% de invasión			
Ubicación de referencia									
Altura media parche	<0,5 m	0,5-1 m	1-1,5m	1,5-2m	Accesibilidad al parche	Muy baja	Baja	Media	
	2-2,5m	2,5-3m	3-3,5m	>3,5 m		Media-alta	Alta	Muy alta	
Volumen			Peso		Volumen picado		Peso picado		
Pendiente dominante				Forma de la pendiente dominante					
Ángulo		Longitud		Recta	Cóncava-convexa	Cóncava	Convexa	Irregular	
Tipo de relieve					Tipo de sustrato				
Plano (0 %)	Ondulado (2-7 %)	Quebrado (8-13%)	Colinado (14-19)	Montañoso (20-55%)	Escarpado (>55%)	Orgánico	Hojarasca	musgo	
Datos GPS					No. de fotografía		Arena	Roca	Otro
Waypoint		Exactitud							
OBSERVACIONES GENERALES									
Especie invasora y vegetación acompañante									
N.	Especie	CAP (cm)	Altura (m)	Cobertura (m2)	Observaciones				
Perfil de vegetación									

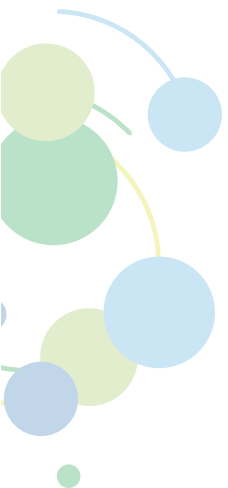
Criterios, indicadores y cuantificadores para el monitoreo a procesos de restauración ecológica en ecosistemas terrestres. Tomado de: Aguilar-Garavito y Ramírez (2015a)



ANEXO 2

Anexo 2. Criterios, indicadores y cuantificadores para el monitoreo a procesos de restauración ecológica en ecosistemas terrestres.

Monitoreo a escala paisaje (tomado de Isaacs-Cubides y Ariza 2015)		
Criterio	Indicador	Cuantificador
Composición del paisaje	Composición	Tipo de coberturas presentes
	Presencia de parches	Número de parches
	Extensión o tamaño	Área
Configuración	Áreas transformadas o disturbadas	Número de parches
		Área del parche
	Fragmento más grande	Área del parche
	Forma	Valor de forma
	Núcleo	Área del núcleo
	Conectividad	Distancia ente parches



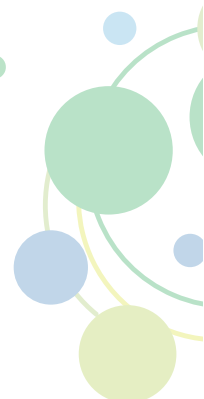
Suelo (tomado de Pizano y Curiel Yuste 2015)

Criterio	Indicador	Cuantificador
----------	-----------	---------------

Físicos	Textura del suelo	Porcentaje de arena, limo y arcilla
	Densidad aparente	Densidad (g/cm ³)
	Profundidad del suelo	Profundidad (cm)
	Estabilidad de agregados	Porcentaje de estabilidad
	Infiltración	Velocidad (mm/h)
	Materia orgánica	Porcentaje de materia orgánica
Químicos	pH	pH de 0 a 7
	Conductividad eléctrica	ds/m
	Capacidad de intercambio catiónico	Cmol/kg
Biológicos	Biomasa microbiana	Biomasa microbial de carbono
	Diversidad y composición de la comunidad microbiana	Índice de diversidad

Escarabajos coprófagos (tomado de Cultid-Medina y Medina 2015)

Composición	Composición de especies de ecosistemas de referencia	Incidencia de especies típicas de ecosistemas de referencia
	Composición de especies de áreas disturbadas	Incidencia de especies típicas de áreas disturbadas
	Especies exóticas	Incidencia de especies exóticas



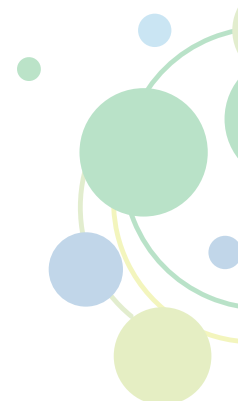
Criterio	Indicador	Cuantificador
Estructura	Riqueza	Diversidad verdadera
	Diversidad general	Índice de diversidad de Shannon
	Diversidad de especies abundantes	Recíproco índice de diversidad de Simpson
	Cambio en la diversidad	Razón de cambio en la diversidad
Función	Incidencia de grandes y pequeños escarabajos rodadores	Riqueza, abundancia y biomasa del gremio de rodadores

Hormigas (tomado de Jiménez-Carmona et al. 2015)

Composición y estructura	Ensamblaje de especies	Riqueza de especies
		Frecuencia de captura
Composición y estructura	Especies indicadoras	Proporción de especies invasoras, endémicas, típicas del ecosistema de referencia o de áreas disturbadas
	Relaciones de dominancia	Relación de la abundancia de una especie con la riqueza de otras especies de hormigas en el recurso alimenticio
Función	Gremio o grupo funcional	Riqueza, composición y abundancia del gremio o del grupo funcional
	Remoción secundaria de semillas por hormigas	Número de especies que dispersan semillas
		Tasa de remoción de semillas nativas mirmecócoras y no mirmecócoras



Herpetofauna (tomado de Urbina-Cardona et al. 2015)		
Criterio	Indicador	Cuantificador
	Abundancia	Tasas de encuentro
	Riqueza	Porcentaje de similitud de curvas del área en restauración respecto al ecosistema de referencia
	Especies exóticas	Número de especies exóticas
Composición	Condición corporal de especies clave	Incremento en el índice de condición corporal
		Incremento en la similitud del índice de condición corporal con respecto al ecosistema de referencia
	Biomasa de especies clave	Incremento de la biomasa
	Composición de ensamblajes	Diversidad beta entre el área restaurada y el ecosistema de referencia



Criterio	Indicador	Cuantificador
Estructura	Curvas de rango-abundancia	Número de especies raras
	Dinámica temporal de la abundancia de especies clave	Tasa de cambio <i>per cápita</i> de densidad poblacional a lo largo del tiempo
	Demografía y detectabilidad de especies clave	Cambio en los parámetros demográficos
	Estructura trófica	Cambio o similitud en la estructura, cohesión y conectividad del área restaurada respecto al ecosistema de referencia
	Éxito reproductivo de especies clave	Tasa de supervivencia en aumento hacia la existente en el ecosistema de referencia
Función	Diversidad funcional	Número y tasa de cambio de grupos funcionales
Aves (tomado de Contreras-Rodríguez y Peralta 2015)		
Estructura	Machos y hembras	Proporción de machos y hembras
	Diversidad/equidad	Tasa de cambio en el índice de Shannon
	Diversidad de aves frugívoras	Tasa de cambio índices de Shannon y Simpson



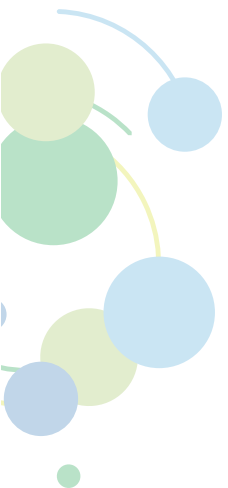
Criterio	Indicador	Cuantificador
Composición	Abundancia relativa	Tasa de cambio en la abundancia relativa
		Crecimiento poblacional
	Riqueza específica	Tasa de cambio en la frecuencia de detección
		Tasa de cambio en la riqueza
Función	Aves frugívoras, predadoras de semilla, nectarívoras, ladronas de néctar, insectívoras y rapaces	Porcentaje de aves frugívoras, predadoras de semilla, nectarívoras, ladronas de néctar, insectívoras y rapaces
	Anidación	Número de nidos
	Grupos alimenticios	Número de grupos alimenticios diferentes
		Tasa de cambio en la proporción de grupos alimenticios
Tamaño corporal: aves frugívoras, predadoras de semilla	Tamaño corporal	

Mamíferos (Díaz-Pulido <i>et al.</i> 2015)		
Criterio	Indicador	Cuantificador
Composición	Abundancia relativa (nivel población)	Relación entre los registros por especie y el esfuerzo de muestreo y su tasa de cambio
	Presencia (nivel población)	Tasa de cambio en la presencia de especies
	Riqueza (comunidades)	Tasa de cambio en el número de especies y estimadores Chao 2, ICE y Jackknife 2
Estructura	Estructura poblacional	Tasa de crecimiento poblacional, número de individuos, crías, machos y hembras
	Dominancia y diversidad	Tasa de cambio en el índice de Simpson y Simpson
	Homogenización biótica	Tasa de cambio del índice de homogenización biótica
Función	Grupo funcional	Número y tipo de grupos funcionales Tasa de cambio de los grupos funcionales
	Dispersión potencial de semillas	Proporción de registros de semillas potencialmente dispersadas
	Dispersores de semilla	Cambio en la abundancia y composición de dispersores de semilla



Vegetación (González-M. et al. 2015)		
Criterio	Indicador	Cuantificador
Composición	Especies	Número de familias, géneros y especies
	Origen	Proporción nativas y exóticas
	Índice de riqueza de especies	Riqueza y tasa de cambio en la riqueza
	Índice de disimilaridad	Porcentaje de disimilaridad
Composición/ Estructura	Índice de riqueza de especies	Tasa de cambio del índice
	Índice de equidad	Tasa de cambio en el índice de diversidad/equidad
	Índice de dominancia	Tasa de cambio en el índice de diversidad/dominancia
	Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI)	Tasa de cambio en el IVI y similitud con respecto al ecosistema de referencia
	Índice de Predominio Fisionómico (IPF)	Tasa de cambio en el IPF y similitud con respecto al ecosistema de referencia

Criterio	Indicador	Cuantificador
Estructura	Densidad de individuos	Número de individuos/unidad de área
	Desarrollo del tallo	Incremento de diámetro
	Crecimiento vertical	Incremento en altura
	Ocupación del espacio	Incremento en la cobertura de la copa
	Índice de densidad	Individuos/área
	Mortalidad y reclutamiento	Tasa de mortalidad y de reclutamiento
	Desarrollo del tallo	Incremento del diámetro
	Factor ocupación del espacio	Incremento en la cobertura de la copa
	Relación de crecimiento vertical	Incremento en altura
	Indicador de posición sociológica	Distribución por clases diamétricas, alturas y coberturas
Estructura	Índice de adelanto floral	Tasa de maduración fenológica
	Estratificación vertical	Incremento en el número y tipos de estratos



Criterio	Indicador	Cuantificador
Función	Estado fitosanitario	Síntomas sanitarios o afecciones físicas
	Forma de crecimiento	Valor de existencia
	Fenología	Valor de existencia
	Grupos funcionales	Incremento y similitud de grupos funcionales con relación al ecosistema de referencia

Criterios, indicadores y cuantificadores socioeconómicos para la restauración ecológica, basados en Rey Benayas *et al.* (2009), Aronson *et al.* (2010), Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (2013), Cabrera 2014 y Calle *et al.* (2015).

Criterio	Indicador	Cuantificador
Participación colaborativa	Personas involucradas o representadas en el proyecto	Número de individuos y grupos de beneficiados o involucrados en el proyecto

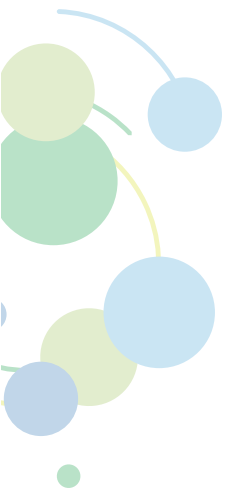
Criterio	Indicador	Cuantificador	
Sostenibilidad comunitaria	Organización territorial y sistemas productivos sostenibles	Número, tipo y porcentaje de prevalencia de fincas con sistemas productivos sostenibles.	
		Número de fincas o predios con ordenamiento territorial y porcentaje de prevalencia de fincas ordenadas en el tiempo.	
		Incremento de ingresos mensuales y anuales a partir de la organización predial o de los sistemas productivos sostenibles.	
	Generación de oportunidades de negocio	Generación de oportunidades de negocio	Número de empresas locales creadas
			Ingresos generados a partir de los negocios
			Número de personas beneficiadas
			Número y tipo de negocios que persisten en el tiempo
	Generación de empleo	Generación de empleo	Número de miembros de la comunidad empleados
			Número de jornales generados
			Número y tipo de empleos generados
Eficiencia energética	Eficiencia energética	Número y tipo de empleos o jornales que persisten en el tiempo	
		Número de hogares con estufas ahorradoras de combustible.	
		Tasa de disminución por finca en el consumo de leña como combustible	
		Tasa de disminución en el consumo de gas o energía eléctrica	
Apoyo a la restauración	Compromiso de la comunidad local	Número de hogares con sistemas energéticos eficientes.	
		Número de mingas comunitarias para la implementación de la restauración	
		Número de personas que participan voluntariamente en las mingas	
		Número de compromisos socioambientales realizados	



Criterio	Indicador	Cuantificador
Apoyo a la restauración	Compromiso de la comunidad local	Número de iniciativas comunitarias de protección, educación, uso sostenible o restauración
		Número de personas por grupo etario que participan
Fortalecimiento de capacidades	Participación comunitaria	Número de trabajadores y miembros de la comunidad entrenados
		Número de actores sociales que participan en el monitoreo
		Número de personas que cambian su modo de generación de ingresos gracias a las capacitaciones
		Número de personas o de grupos en capacidad de asesorar a otras comunidades para realizar restauración ecológica
		Número de beneficiarios que reciben agua potable.
	Disponibilidad de agua	Caudal disponible a lo largo de todo el año
	Deslizamientos	Número de deslizamientos en épocas lluviosas
		Pérdidas anuales en dólares por deslizamientos
		Áreas inundadas en épocas lluviosas
	Servicios ecosistémicos (regulación y provisión)	Inundaciones
Gasto anual y mensual para gestionar las áreas inundadas		
Incendios		Número de incendios en épocas secas
		Gasto anual para apagar y gestionar áreas incendiadas
Calidad del suelo		Pérdidas anuales en dólares por incendios
		Gasto mensual y anual de insumos agrícolas

Criterio	Indicador	Cuantificador
Servicios ecosistémicos (culturales, recreativos, espirituales y de ocio)	Áreas destinadas a usos culturales, recreativos, espirituales y de ocio	Número y tamaño de las áreas destinadas a usos culturales, recreativos, espirituales y de ocio
		Número de personas beneficiadas al año
		Número de eventos al año
		Número de visitas al año

Tomado de: Aguilar-Garavito y Ramírez (2015a)



ANEXO 3

Anexo 3. Documentación del proceso de restauración

1. Memoria técnica

Introducción: en este apartado se deben tratar, en términos generales, la problemática del ecosistema, la justificación de la intervención, el marco social, administrativo, etc. en que se desarrolla la propuesta, y las condiciones particulares del proceso de restauración.

Antecedentes: en este capítulo se incluye la historia de disturbio del área degradada, todas las acciones o circunstancias anteriores que hayan influido en el estado actual del sistema, así como los estudios u otros proyectos que se hayan ejecutado sobre el mismo lugar, o en otras áreas degradadas de condiciones similares.

Objetivos del proceso de restauración: se establecen de manera concreta, manifestando el propósito de las medidas de restauración. Los objetivos deben justificar las soluciones adoptadas, y se debe diferenciar entre objetivos generales, que hacen referencia a la finalidad general de la intervención del ecosistema, y objetivos específicos, que hacen referencia particular a los espacios concretos a intervenir o a conjuntos de actividades en el proyecto. En algunas ocasiones puede ir acompañado por una imagen objetivo del proceso de restauración donde se muestre de manera gráfica el estado en el que se pretende dejar el área a intervenir.

Justificación: hace referencia a para qué, por qué, y para quiénes es relevante el proceso de restauración. Así mismo, informa sobre el sustento técnico-científico de las medidas de restauración.

Diagnóstico de restauración y del entorno: se describe de manera general la situación (límites y ubicación), y las características geográficas, físicas, y bióticas del sitio de intervención y del contexto regional.

Se debe incluir: climatología, geología, suelos, relieve, topografía, hidrología, formaciones vegetales (estado actual y potencial), fauna, especies amenazadas y prioritarias para la conservación, especies potencialmente positivas y negativas para el proceso de restauración, análisis ecológico del paisaje, situación legal e institucional de los predios, condiciones locales actuales (disturbios, factores limitantes, y tensionantes), contexto y características de la problemática de restauración, facilidades existentes para el

desarrollo del proceso de restauración, medio socioeconómico, organizaciones de base locales, juntas de acción comunal, etc.

Si no existen estos estudios o no hay información actualizada que dé cuenta de lo anterior, se debe generar esta información para el proyecto de restauración. Si es difícil realizar todos estos estudios, se deben priorizar algunos, dependiendo el tipo de disturbio y los objetivos de restauración. Sin embargo, se deben incluir en todos los casos estudios, tanto del ecosistema de referencia, como del área degradada, sobre vegetación, paisaje, fauna indicadora de degradación o recuperación, suelos, y un análisis socioeconómico. Este capítulo en la memoria técnica es una síntesis de lo que aparecerá en el documento en extenso que trata sobre el diagnóstico de restauración.

Identificar la situación predial: en un contexto de ruralidad y complejidad sobre la propiedad de la tierra de nuestros ecosistemas de páramo, resulta de suma importancia revisar e incluir en el diagnóstico el listado más completo posible de los dueños de predios (si existe más de un propietario es importante saber que todos están de acuerdo con la actividad de restauración), la presencia de organizaciones locales formales e informales, y de áreas públicas en la zona y posibles proyectos que ya se encuentren en proceso, ya sea por la misma comunidad o por iniciativas externas a la zona a intervenir (SER, 2004).

Identificar el contexto del proyecto en el paisaje: es muy importante que recordemos siempre que cualquier proyecto de restauración está implícito en un paisaje, que hace que el éxito o fracaso de nuestro trabajo tenga repercusiones no solo sobre el proceso de restauración en sí, sino sobre la región de incidencia. Esto es más relevante en los páramos dado lo estratégica que resulta esta zona natural frente a los ecosistemas y comunidades que se encuentran aguas abajo; por eso la recomendación es siempre incluir una revisión de nivel regional que vaya más allá de nuestro proyecto, esto nos dará mayor contexto y claridad sobre nuestro proyecto, puede ser con imágenes satélite o fotos aéreas, hoy en día es fácil acceder a imágenes de nuestra zona de forma gratuita a través de internet.

Definición, valoración, y priorización de unidades ambientales: es un proceso que parte de la identificación de las unidades de cobertura; a partir de lo anterior, se definen y caracterizan las diferentes tipologías de áreas disturbadas, para agruparlas de acuerdo con su nivel de degradación y con las estrategias de restauración. Esto facilita el diseño y ubicación de las medidas de restauración, así como el proceso de intervención y monitoreo.

Esta actividad consiste en una serie de análisis a escala del paisaje que permite dos aspectos básicos: establecer, de acuerdo con los objetivos, la escala de abordaje (paisaje,



ecosistemas, comunidades, o poblaciones), e identificar, cartografiar, y seleccionar las unidades ambientales prioritarias en el área a tratar, con el fin de establecerlas como los elementos básicos sobre los que se realizarán los estudios de caracterización diagnóstica y la implementación de las acciones de restauración.

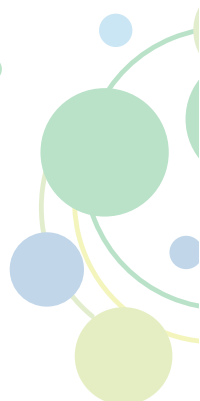
Posterior a la selección de las unidades ambientales se procede a establecer, por méritos socioecológicos o por nivel de degradación, el valor de cada unidad. A partir de esta clasificación se procede a establecer los lugares donde se puede hacer restauración, rehabilitación, o recuperación y, dentro de estos, qué áreas presentan una prioridad alta, moderada, o baja.

Descripción de las prácticas de restauración (estrategia y técnicas): aquí se presentan, desglosan, y detallan todas las técnicas (acciones, actuaciones, o medidas) de restauración. Cabe recordar que técnica hace referencia al conjunto de procedimientos y recursos aplicados para ejecutar cualquier cosa, o para obtener un resultado determinado. En este sentido, contamos con una serie de técnicas que son aplicables para cada compartimento del ecosistema (comunidades locales, suelo, vegetación, y fauna), las cuales deben ser descritas en su totalidad.

También, en este capítulo, se deben describir las estrategias, es decir, explicar con claridad el conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo para dirigir y aplicar las técnicas de restauración seleccionadas con el fin de alcanzar el objetivo. Cabe recordar que la elección de las técnicas y estrategias de restauración depende del tipo y estado de degradación del sistema y de los objetivos de restauración, sin embargo, la mayoría de procesos de restauración hasta la fecha se han concentrado en utilizar exclusivamente la técnica de revegetación.

Programa de evaluación y seguimiento: en este capítulo de la memoria técnica se describen de manera sintética las metas del programa, los métodos para la toma y análisis de datos en campo, e indicadores generales de éxito para el proceso de restauración. En un documento anexo se debe explicar de manera extensa este programa.

Detalles técnicos: aquí se desarrollan los aspectos y condiciones relativas al seguimiento ajustado del proyecto, y se debe especificar cómo, cuándo, y con qué materiales, herramientas, e insumos se deben realizar las medidas de restauración, así como sus características específicas y la justificación técnico-científica. Es importante mostrar las particularidades del proyecto y los cuidados que se deben tener en su ejecución y en el mantenimiento. Este documento contiene prescripciones de distinta índole: técnicas, facultativas, de índoles económica, y legal.



Presupuesto: se presenta un resumen con la justificación de los rubros y precios del proyecto.

Glosario de términos

Referencias bibliográficas

2. Documentos acompañantes de la memoria técnica

Son el conjunto de documentos y de estudios que respaldan y recogen en detalle las secciones de la memoria técnica, su función es ampliar al detalle y apoyar la información presentada en la memoria. A continuación, se describen los contenidos mínimos que se deben incluir en cada documento.

Documento de caracterización diagnóstica: este es un documento que recoge y organiza de manera completa toda la revisión bibliográfica y los estudios climáticos, hidrológicos, geológicos, de vegetación, suelos, fauna, socioeconómicos, de la ecología del paisaje, etc. Se deben incluir los objetivos de cada estudio, los métodos, los resultados, y las conclusiones más relevantes para el proceso de restauración. Es importante garantizar que los resultados sean representativos para la zona, para la escala de trabajo, y que se puedan utilizar después como punto de comparación para el programa de evaluación y seguimiento.

Estos estudios se realizan, tanto en el ecosistema de referencia (se deben incluir también aquellos ecosistemas en estados estables deseables y que no necesariamente son prístinos, originales, o sin intervención antrópica), como en las áreas degradadas. Se recomienda involucrar investigadores especialistas en los métodos de muestreo, y en los tipos de estudios, y apoyarse en las comunidades que viven en el sitio a intervenir.

Información legal y administrativa, etc.: se hace una descripción completa y aplicada a partir de la información disponible, tenencia de predios, y mecanismos legales a favor y en contra.

Plan de acción: Aquí se organizan y priorizan lugares y las medidas de restauración, así mismo, se describe el programa para el desarrollo de los trabajos, teniendo en cuenta la priorización de las áreas a restaurar, y previendo el tiempo y los costos; también se presenta la organización del equipo de trabajo, las actividades, y el ciclo de trabajo (diario, semanal, mensual, etc.).

Adicionalmente, se puede incluir en este documento un capítulo que trate de manera básica la seguridad y salud ocupacional, de acuerdo con la legislación vigente. Respecto

al proceso de ejecución de la obra de restauración, en primera medida, se debe describir el personal implicado en ella y las actividades a realizar por cada uno; después se tratan en detalle las metodologías para dirigir y ejecutar la obra. Este documento se apoya en diversas técnicas de programación y planificación, y se puede resumir en diagramas de barras que permitan seguir el avance de las obras.

Estudios de seguridad y salud ocupacional: de acuerdo con la legislación, se deben describir los cuidados al momento de aplicación de técnicas y el manejo de las herramientas de trabajo, los cuidados de salud ocupacional, la seguridad del personal, la gestión del talento humano, el protocolo de higiene, la seguridad industrial, las acciones preventivas durante y después de un accidente o de cualquier eventualidad, el programa de capacitación del personal, la descripción y uso de elementos de protección personal y ambiental, la coordinación y responsables de la atención y gestión del riesgo, entre otros.

Documento del programa de evaluación y seguimiento (monitoreo): es un documento que explica de manera detallada los objetivos, metas, métodos, variables, e indicadores utilizados para medir el éxito del proceso de restauración. Se recomienda que sean fáciles de tomar, económicos, pero que permitan valorar el nivel de éxito de la experiencia de restauración. También se deben describir con claridad las metas de restauración a corto, mediano, y largo plazo, así como los métodos para la colecta de información y los análisis.

Así mismo, se deben explicar los momentos y lugares para la toma de los datos en campo; finalmente, se deberá describir en dónde reposará el conjunto de datos tomados, con el fin de tener una referencia para próximas mediciones. Como tal, este programa se debe organizar en dos fases: una que está destinada a valorar el proceso de implementación y el cumplimiento en la ejecución de las obras de restauración y de los recursos, y otra, posterior a la implementación de las técnicas y estrategias de restauración, en la cual se verifica si se están alcanzando las metas de restauración. Comúnmente el programa de evaluación y seguimiento se denomina «monitoreo».

Presupuesto general: aquí se describen en detalle los costos de todo el proceso de restauración y, como en cualquier otro tipo de proyecto, se valora el costo de la ejecución de las obras proyectadas, pero se deben diferenciar las distintas técnicas de restauración que se proponen; debe ser operativo, evitando un detalle excesivo en las actuaciones y costos unitarios. Se compone de las unidades que hacen parte las acciones de restauración, los cuadros de precios (materiales, maquinaria, mano de obra, etc.), los presupuestos parciales por unidades de obra, y el presupuesto general. Se recomienda presupuestar los rubros de replanteo de obras y delimitación de los trabajos de campo (excavaciones, plantaciones), incluir el costo del diagnóstico, de la implementación de la evaluación y seguimiento, así como los rubros de las medidas silvícolas aplicadas a la vegetación preexistente, entre otros. Se pueden incluir rubros sobre los cuidados, supervisión, y mantenimiento de obras.

3. Documento de planos (descripción gráfica)

Constituye el documento que describe gráficamente el proceso de restauración, debe estar a una escala suficiente como para reflejar con detalle las medidas de restauración proyectadas, tanto en sus dimensiones (escalas gráficas, secciones, ventanas, módulos de revegetación, obras proyectadas, perfiles del terreno, y de la vegetación), como en su localización geográfica.

Los planos son muy importantes, pues muestran la situación antes y después de la intervención, así como las actuaciones necesarias para lograr la situación deseada. Así mismo, reflejan los antecedentes y condiciones del proyecto, definen los elementos que integran las medidas de restauración a ejecutar, a nivel de detalle suficiente como para que puedan ser ejecutadas, muestran las unidades de obra para que puedan ser medidas, permiten la planificación y la ejecución de las acciones de restauración, así como la ejecución de las acciones. A continuación se describen algunos de los planos que se pueden incluir en un proyecto de restauración.

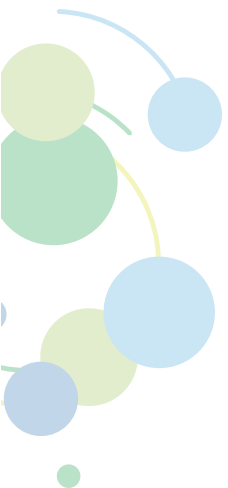
Mapas base y temáticos: (ubicación, límites, extensión, infraestructura, topografía, zonificación de restauración, unidades de paisaje o de cobertura, ecosistemas potenciales, cuencas hidrográficas, geología, suelos, priorización, resultados de la restauración, etc.)

Planos de conjunto o maestro: se presentan las zonas del territorio donde se realizarán las diferentes acciones de restauración planteadas. La escala utilizada depende del grado de detalle que se requiera. Aquí se puede incluir el plano de trinchos, zanjas, viveros, artilugios para la fauna, taludes, perfiles, modelos topográficos, etc.

Plano de siembras o plantaciones: módulos de revegetación en planta y perfil, detalle de los hoyos, etc.

Planos de infraestructura: son planos que describen las diferentes infraestructuras necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto de restauración (instalación de riego, instalación de alumbrado, vías de acceso, campamentos, etc.).

Plano de actuaciones complementarias: muestra las diversas acciones que se van a llevar a cabo al margen de la principal (barreras visuales, pantallas acústicas, carteles informativos, etc.).



ANEXO 4

Anexo 4. Método para la priorización de áreas para la restauración del Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen. Ejercicio preliminar a escala 1:100 000

Tabla 1 Valoración de la resistencia de diferentes tipos de coberturas

Cobertura	RESISTENCIA
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	100
2.1.1. Otros cultivos transitorios	80
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	68
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	70
2.3.1. Pastos limpios	90
2.3.1. Pastos enmalezados	88
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	75
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	60
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	65
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	50
3.1.1. Bosque denso	1
3.1.3. Bosque fragmentado	5
3.1.4. Bosque de galería y ripario	4

Cobertura	RESISTENCIA
3.1.5. Plantación forestal	85
3.2.2. Arbustal	2
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3

Tabla 2 Ponderación de variables de acuerdo a la resistencia

VARIABLE	PONDERACIÓN	SUBPONDERACIÓN
Cobertura	50%	
Centros Poblados	20%	
Vías	15%	Tipo 1: 8%
		Tipo 3: 5%
		Tipo 4 a 7: 2%
Ríos	10%	
Parches	5%	



Índice de forma para los parches naturales

Donde:

p = perímetro del parche

a = área del parche

$$\frac{p}{2 \sqrt{\pi \cdot a}}$$

Ecuación 1

Adicionalmente, con base en las líneas de conexión generadas para los grupos de especies, que es un subproducto de los análisis de la sección 3.1, se establecieron el número de conexiones de cada uno de los parches, lo que indica su función en un contexto de conectividad. Este mapa junto con los de área y forma (Figura 5) fueron ajustados sobre un valor de 100, que indica la mayor calidad, y fueron agregados mediante una sumatoria ponderada en la que el mayor valor lo tuvo el área (Tabla 3).

Tabla 3. Ponderación de las métricas de parche

VARIABLE	PONDERACIÓN
Área	50%
Ind. Forma	35%
Conexiones	15%

Índice topográfico de humedad

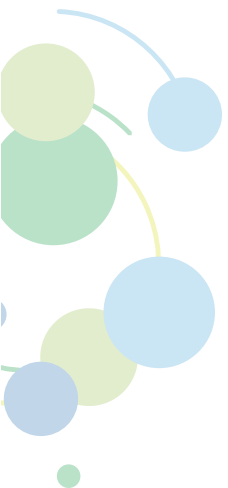
$$\ln \frac{a}{\tan b}$$

Ecuación 2

Dónde:

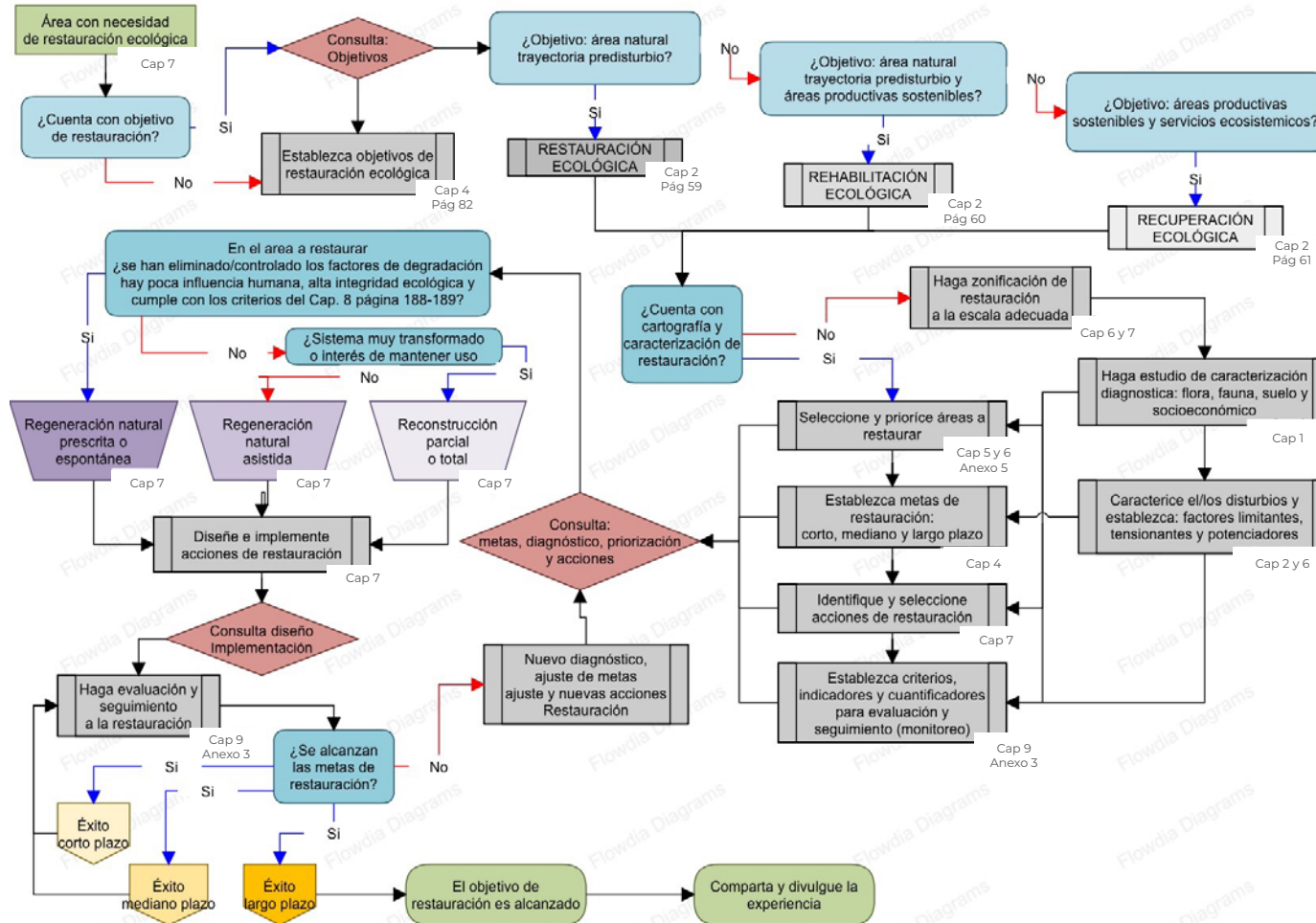
a = representa la acumulación de flujo

b = representa la pendiente



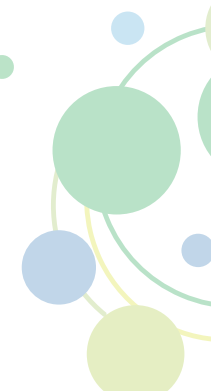
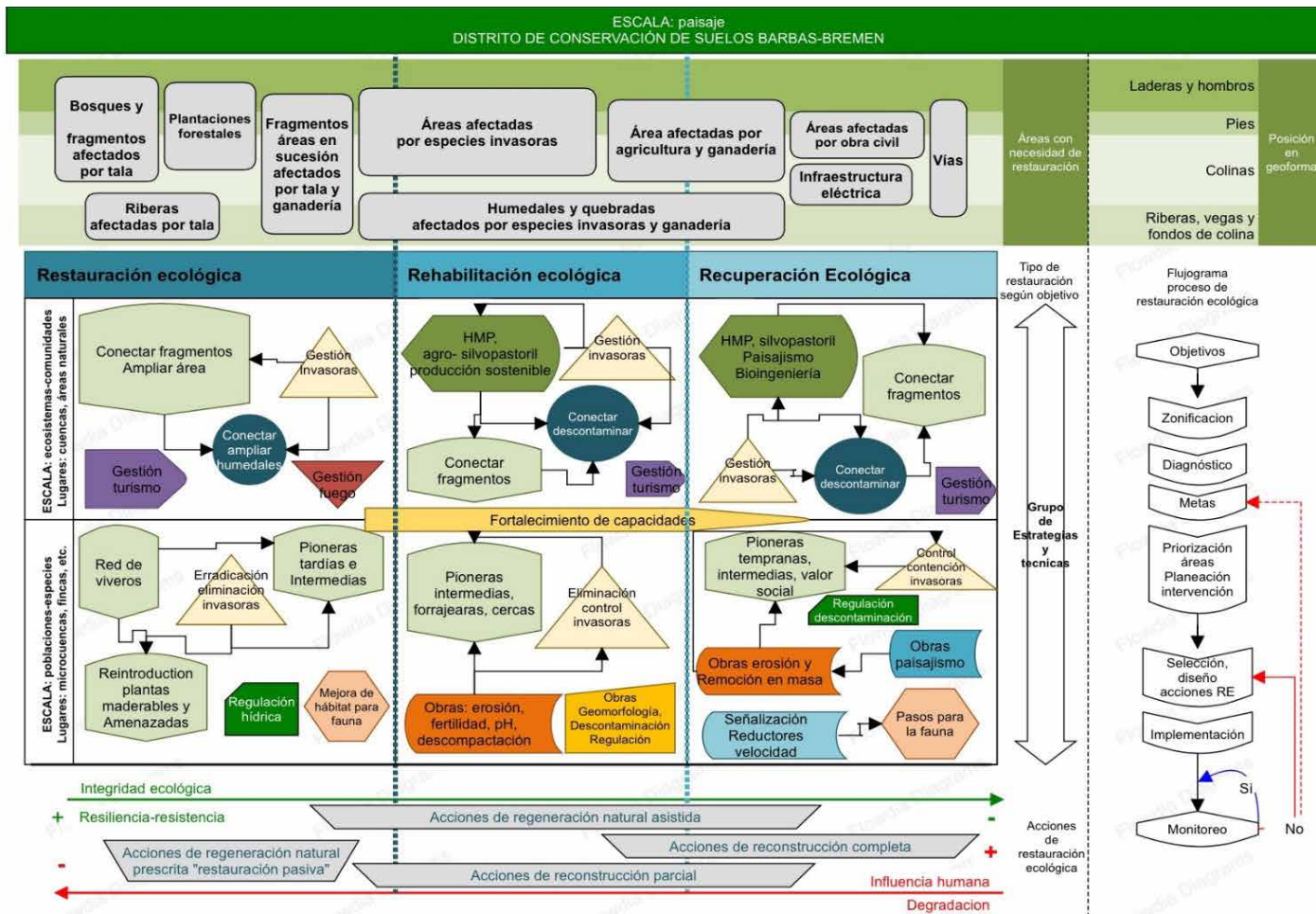
ANEXO 6

Anexo 6. Árbol 1. Decisiones para desarrollar el proceso de restauración ecológica en el DCS Barbas-Bremen. Elaboración propia.



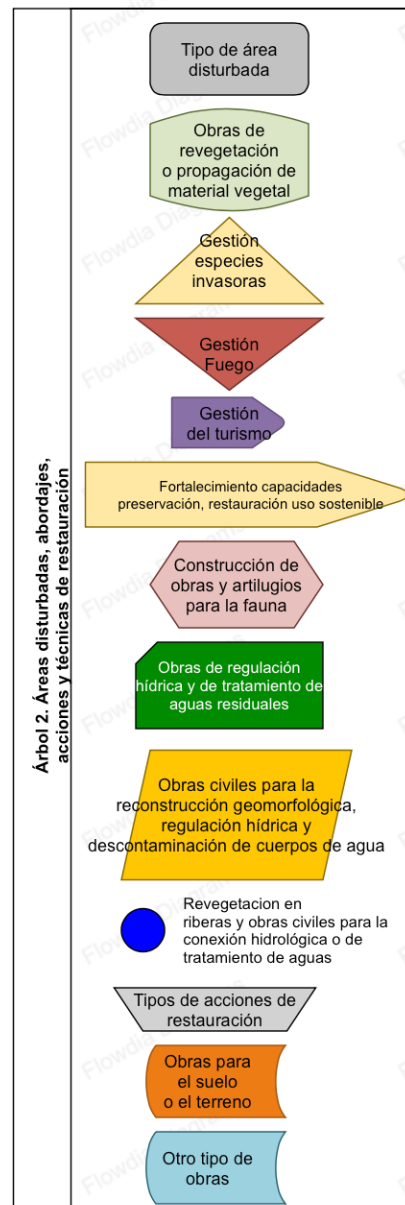
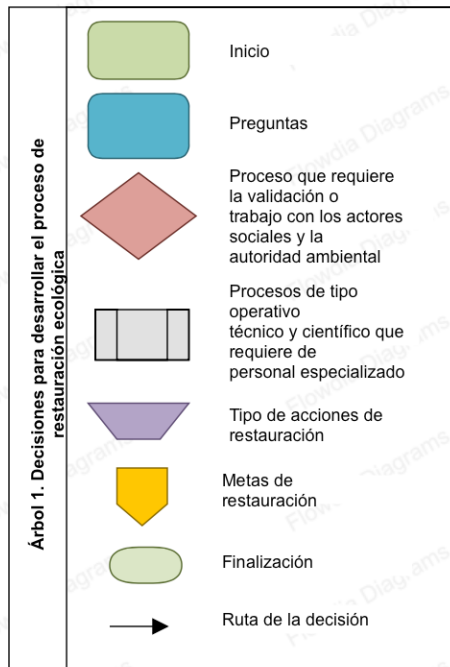
ANEXO 7

Anexo 7. Árbol 2. Abordajes y acciones de restauración ecológica para el DCS Barbas-Bremen. Elaboración propia.



ANEXO 8




Anexo 8. leyendas para los árboles de decisión para los procesos de restauración ecológica del DCS Barbas -Bremen





Grupo Energía Bogotá



-  @GrupoEnergiaBog
-  Grupo Energía Bogotá
-  @GrupoEnergiaBogota
-  grupoenergiabogota

Oficina principal:
Carrera 9 #73-44
PBX (571) **326 8000**
Bogotá D.C. Colombia

www.grupoenergiabogota.com