

República de Colombia  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

# **PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN**

**RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ÁREAS  
DISTURBADAS**

**Bogotá D.C., 2014**

## REPÚBLICA DE COLOMBIA

Juan Manuel Santos Calderón  
**Presidente de la República**

### MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Luz Helena Sarmiento Villamizar  
**Ministro**

Pablo Vieira Samper  
**Viceministro de Ambiente**

Maria Claudia García  
**Directora de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos**

#### Grupo Asesor:

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Grupos internos de trabajo de las Direcciones Técnicas  
Pontificia Universidad Javeriana, Escuela de Restauración Ecológica: Ignacio Barrera  
Secretaría Distrital de Ambiente: Sandra Patricia Montoya Villarreal  
Parques Nacionales Naturales: Ana María Fuentes, Byron Calvachi  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas: Edgar Ernesto Cantillo, Heliodoro Sánchez Páez  
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – UDCA: Francisco Sánchez, Luz Marina Cabrera  
Universidad Nacional de Colombia - Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL: Orlando Vargas, Sandra Paola Reyes, Pilar Angélica Gómez y Julián Esteban Díaz  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: Manuel Galvis, Jorge Valencia  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt”: Wilson A. Ramírez, Paola Isaacs, Mauricio Aguilar.  
Universidad ICESI: William Vargas  
CIPAV: Zoraida Calle

#### Textos

Silvia Vanegas Pinzón  
Olga Lucía Ospina Arango  
Gonzalo Alberto Escobar Niño

#### Equipo Técnico:

Olga Lucía Ospina Arango  
Francisco Beltrán  
John Jairo Sánchez  
Silvia Vanegas Pinzón  
Margarita Gnecco  
Gonzalo Alberto Escobar Niño

**Catalogación en Publicación.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Centro de Documentación

Cítese como:

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas /** Textos: Ospina Arango, Olga Lucía; Vanegas Pinzón, Silvia; Escobar Niño, Gonzalo Alberto. – Bogotá D.C.: Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014.

53 p.

ISBN: \_\_\_\_\_

1. Restauración ecológica 2. Ecosistemas 3. Gestión ambiental  
4. Planeación ambiental 5. Planes de acción 6. Inversiones públicas I. Tit.

CDD: 363.7

**Agradecimientos:** Frank Pearl, Xiomara Sanclemente, Omar Franco, Diana Angarita, Sandra Aristizábal, Martha L. Cediell, Viviana Borbón, Adriana Díaz, Myriam Dueñas, Carlos Devia, Sergio Duarte, Pablo Manuel Hurtado, Julio Fierro, Rubén Guerrero, Hugo Giraldo, Diego Gil, Fernando Goyeneche, María del Carmen Hernández, Jairo Gómez, Margarita Lopera, Carlos López, Giovanni Pérez Carvajal, Luz Stella Pulido, Jairo García, Red Luna, Mildred Méndez, Fanny Mondragón, Carmen Rosa Montes, Manuela Palacios, Marian Johana Cabrera, María Teresa Palacios, María del Pilar Pardo, Andrea Ramírez, Claudia Rodríguez, César Ruíz, Ana Isabel Sanabria, Oscar Tosse, Luz Mery Triana, Juan Carlos Durán.

#### © Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

*Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales. Distribución gratuita.*

#### Corrección de textos:

María Emilia Botero Arias

#### Diagramación:

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b>	<b>6</b>
<b>III. ENFOQUE CONCEPTUAL</b>	<b>9</b>
<b>RESTAURACIÓN ASISTIDA Y RESTAURACIÓN ESPONTÁNEA</b>	<b>12</b>
<b>EL FACTOR SOCIAL EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA</b>	<b>12</b>
<b>IMPULSORES, DISTURBIOS Y ÁREAS DISTURBADAS</b>	<b>13</b>
IMPULSOR 1. PÉRDIDA Y TRANSFORMACIÓN ECOSISTÉMICA – CAMBIOS EN EL USO DEL TERRITORIO	15
Áreas disturbadas por sistemas productivos no sostenibles	¡Error! Marcador no definido.
Áreas disturbadas por pérdida de coberturas vegetales (Deforestación)	16
Áreas disturbadas por minería	17
Áreas disturbadas por expansión urbana, desarrollo de obras e infraestructura	18
Áreas disturbadas por incendios forestales y quemas	19
Disturbios de origen natural	20
IMPULSOR 2: INVASIONES BIOLÓGICAS	21
IMPULSOR 3: SOBREEXPLOTACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS	22
IMPULSOR 4: CONTAMINACIÓN	22
IMPULSOR 5: CAMBIO CLIMÁTICO	23
<b>LAS ETAPAS DE UN PROYECTO DE RESTAURACIÓN</b>	<b>24</b>
a. Planeación del proyecto de restauración	24
b. Ejecución del proyecto de restauración	26
c. Mantenimiento del proyecto de restauración	29
d. Monitoreo de la restauración ecológica	32
e. Divulgación de modelos regionales	34
<b>V. PLAN DE ACCIÓN</b>	<b>35</b>
OBJETIVO GENERAL	36
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
ESTRUCTURA DEL PLAN DE ACCIÓN	37
RECOMENDACIONES OPERATIVAS PARA EL PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN	44
FINANCIACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN	45
<b>V. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>46</b>

## PRESENTACIÓN

---

Es grato para el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible presentar a la sociedad colombiana este instrumento de implementación de la Política Pública Ambiental, en especial de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos y de la Política Forestal (Plan Nacional de Desarrollo Forestal), que facilitará a los diferentes actores sectoriales elementos conceptuales y técnicos para abordar los procesos de restauración de ecosistemas naturales degradados.

La ocupación del territorio en Colombia ha obedecido a factores y dinámicas (económicas, sociales, políticas y aún religiosas) que, en muchos casos, ha llevado a generar procesos productivos poco sostenibles, a la degradación, fraccionamiento y pérdida de los ecosistemas naturales. En este sentido, cartográficamente se define que de la superficie total continental del país de 114.049.387,60 hectáreas, 23.150.688 son susceptibles de restauración ecológica e encuentran degradadas (Anexo 7).

La degradación y pérdida de estos ecosistemas naturales ha producido la pérdida parcial o total de los servicios ecosistémicos generados por ellos, a tal punto que en la actualidad existen en el país 483 municipios con vulnerabilidad muy alta, alta y media por desabastecimiento hídrico, con una población asociada cercana a doce millones de habitantes<sup>1</sup>. En el caso opuesto, el fenómeno de La Niña 2010-2011 aumentó considerablemente los volúmenes de lluvia, lo cual impactó negativamente la economía nacional si tenemos en cuenta que la valoración de daños y pérdidas de la ola invernal en Colombia ocurrida entre 2010 y el 2011 se estima en 11,2 billones de pesos (BID – CEPAL, 2012)<sup>2</sup>.

De otra parte, de acuerdo con las proyecciones del DANE, el proceso de urbanización en Colombia es acelerado, de manera que de 45.508.205 habitantes para el año 2010, el 85% de la población del país se ubica en centros urbanos y el 15% restante en zonas rurales, como resultado de factores como el conflicto armado y el crecimiento de actividades industriales y servicios, aspecto que se incrementará en los próximos años y conlleva una demanda de bienes y servicios ecosistémicos como el suministro de agua potable para consumo humano y generación de energía eléctrica, principalmente.

La competitividad de Colombia y su inserción en la economía mundial requieren que se asegure la sostenibilidad del entorno natural, buscando un equilibrio entre la oferta natural y los procesos productivos generados por la inversión extranjera, la modernización de la infraestructura vial y portuaria, el crecimiento de los sectores agrícolas y pecuarios, el crecimiento y la modernización de las ciudades, entre otros.

En este contexto, el Plan Nacional de Restauración con sus enfoques de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas permitirá encausar técnicamente recursos e iniciativas para disminuir la vulnerabilidad del país generada por las dinámicas de ocupación del territorio, reduciendo el riesgo a fenómenos naturales y proyectando un mejor nivel de vida a la sociedad.

---

1 IDEAM. Estudio nacional del agua 2010, Bogotá D.C., diciembre de 2010.

2 BID – CEPAL. Valoración de daños y pérdidas Ola invernal en Colombia 2010 - 2011, Banco Interamericano de Desarrollo – BID y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, 2012

## I. INTRODUCCIÓN

---

Colombia cuenta con una extensión de 2.070.408 km<sup>2</sup> -incluidas las áreas terrestres (1.141.748 km<sup>2</sup>) y marinas (928.660 km<sup>2</sup>)- y es considerado como uno de los 12 países “megadiversos” del mundo, condición que se ve reflejada en la amplia variedad de ecosistemas representados en el territorio colombiano, desde páramos hasta bosques andinos, selvas húmedas tropicales, bosques secos, humedales, sabanas y zonas áridas (Romero *et al.*, 2008). Sin embargo, la mayoría de los ecosistemas naturales de Colombia han sido transformados y degradados por la deforestación, causada, entre otras cosas, por el establecimiento de cultivos ilícitos, el uso inadecuado del suelo en actividades agroindustriales, la producción agropecuaria, la minería a cielo abierto, el desarrollo urbano, la construcción de obras de infraestructura y la urbanización e introducción de especies que en algunos casos son invasoras, afectando el equilibrio de los sistemas ecológicos.

Esta rápida conversión y deterioro de los ecosistemas originales ha generado pérdida de biodiversidad, disminución en calidad y cantidad de los recursos hídricos, degradación de los suelos y contaminación de aguas tanto marinas como continentales. Con estas condiciones de deterioro, surge la necesidad de elaborar el presente Plan Nacional de Restauración (PNR), con el que se busca contrarrestar los efectos negativos que se han ido acumulando y han deteriorado los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades humanas, mediante actividades de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación. El PNR se articulará con las iniciativas del Gobierno en materia de restauración de ecosistemas degradados así como lo expone el capítulo VI del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos”: “con el objetivo de fortalecer la preservación y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, se deberá: a) Adoptar e implementar el Plan Nacional de Restauración, Recuperación y Rehabilitación de Ecosistemas”.

En el ejercicio de planeación “Visión Colombia Segundo Centenario”, para 2019 Colombia deberá alcanzar sus metas de desarrollo económico y social con fundamento en el aprovechamiento sostenible del medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad. Aunado a lo anterior, el presente Plan da respuesta a la estrategia dirigida a *promover la restauración de ecosistemas degradados y de especies amenazadas* de la Política Nacional de Biodiversidad - 1998, y fortalecer y articular acciones de conservación y manejo in situ y ex situ de la biodiversidad a través de la preservación, restauración y uso sostenible ligado a prácticas tradicionales no detrimentales, tanto en áreas silvestres como en paisajes transformados para mantener la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos y el suministro de servicios ecosistémicos a escalas nacional, regional, local y transfronteriza y a la de adoptar e implementar el Plan Nacional de Restauración para el desarrollo de procesos de recuperación, rehabilitación y restauración de áreas disturbadas, incluida en la propuesta actual de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – 2012.

Este Plan incluye la conceptualización relacionada con los impulsores o motores de pérdida y transformación, identificados en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), y retomados en la Política Nacional para la

Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos<sup>3</sup>, como las fuerzas que influyen y afectan directamente el suministro de servicios ecosistémicos. Ejemplo de estos motores de transformación son las perturbaciones naturales y antrópicas que afectan la estructura y la función de los ecosistemas y generan áreas disturbadas; estas perturbaciones deben ser caracterizadas para entender la dinámica de recuperación del ecosistema afectado.

El Plan Nacional de Restauración (PNR) reúne tres enfoques de implementación: La restauración ecológica, la rehabilitación y la recuperación, que dependen del tipo de intervención, del nivel de degradación del área y del objetivo de restauración. Para su cumplimiento se propone un marco lógico de 20 años con periodos a corto plazo de 3 años, a mediano de 8 años y a largo plazo de 20, que contienen acciones prioritarias y esenciales para su cumplimiento, metas e indicadores, responsables, posibles fuentes de financiación y una aproximación económica para la gestión del PNR.

Para la ejecución del PNR se espera el compromiso y articulación de las entidades del Sistema Nacional Ambiental –SINA, las autoridades ambientales, las entidades territoriales, las agremiaciones, los sectores, la sociedad civil, la academia y los usuarios de los recursos en general. El PNR propone la restauración como una alternativa de compensación y como un mecanismo operativo de financiación de procesos y proyectos, en relación con el Manual para la Asignación de Compensaciones por pérdida de biodiversidad.

## II. ANTECEDENTES

---

En 1988 se fundó la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER)<sup>4</sup> como una organización sin ánimo de lucro cuya misión es promover la restauración ecológica como medio para la sostenibilidad de la diversidad de la vida en la Tierra y restablecer una relación ecológicamente saludable entre la naturaleza y la cultura. La Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE<sup>5</sup>) fue creada oficialmente en 2006 por la Escuela de Restauración Ecológica ERE, adscrita a la Pontificia Universidad Javeriana. Aunque su creación fue liderada por la ERE, la Red Colombiana de restauración Ecológica fue una iniciativa nacional y en su proceso de creación y consolidación han participado importantes actores del sector ambiental en Colombia (Secretaría Distrital de Ambiente, Jardín Botánico de Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt, CIPAV, GREUNAL, Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, Ministerio de Ambiente, entre otros.) y de la misma hacen parte representantes de diferentes regiones del país, entre entidades académicas, instituciones privadas y públicas.

---

<sup>3</sup> Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, páginas 36-42.

<sup>4</sup> <http://www.ser.org/>

<sup>5</sup> <http://www.redcre.com/> La Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) es una entidad no formal y sin ánimo de lucro, constituida *ad honorem* por personas naturales y representantes de entidades educativas, entidades estatales, institutos del Sistema Nacional Ambiental y organizaciones no gubernamentales interesadas en la restauración ecológica. La iniciativa de creación de la Red surgió en el I Simposio Internacional de Restauración Ecológica realizado en la ciudad de Santa Clara (Cuba) en noviembre de 2004, a raíz de la conformación de la Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica (RIACRE). Sus objetivos son:

- Establecer contacto permanente entre las entidades, grupos, investigadores y personas naturales interesadas en la restauración ecológica.
- Generar mecanismos de divulgación de la información y experiencias relacionadas con la restauración ecológica y temas afines (investigaciones, eventos, publicaciones).
- Desarrollar eventos que permitan el intercambio de experiencias entre los miembros de la Red.
- Posibilitar sinergias entre los integrantes de la Red para el desarrollo de proyectos de investigación.
- Divulgar experiencias exitosas de otros países que se puedan aplicar en los ecosistemas de Colombia.

En el país, el tema de la restauración ecológica ha sido abordado desde mediados de la década de los noventa, en un principio por organizaciones no gubernamentales (ONG) y universidades, y promovido después mediante cursos y seminarios organizados por diferentes instituciones a nivel nacional, regional y local. Asimismo, el tema de la restauración se ha fortalecido mediante el establecimiento de estrategias legislativas y normativas que promueven el desarrollo de programas de restauración y se han incluido en programas y planes de instituciones de carácter público y privado (Anexo 1). En el marco nacional, para la formulación de las políticas, planes y estrategias, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS ha considerado directa o indirectamente el componente de restauración. Igualmente, ha financiado y apoyado cursos, congresos y simposios sobre restauración; publicado diferentes documentos tales como el Plan Estratégico para la Restauración y el Establecimiento de Bosques en Colombia (Plan Verde) en 1998, la Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas a partir del manejo de la vegetación<sup>6</sup> en 2003 y el Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales afectadas por Incendios Forestales<sup>7</sup> en 2006 y en julio de 2009. El Ministerio también apoyó el desarrollo del Primer Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica, en el marco del cual adelantó la Mesa de Política de Restauración (Vargas y Reyes 2011, Ospina 2011).

Otra de las iniciativas a nivel nacional se realiza a través del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, con la estrategia de Restauración Ecológica Participativa<sup>8</sup>, que cuenta con lineamientos técnicos, metodológicos, sociales y jurídicos para su implementación y se fundamenta en la conservación *in situ* de los ecosistemas, los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural. La conservación *in situ* hace referencia a la preservación, restauración, uso sostenible y conocimiento de la biodiversidad<sup>9</sup>, en donde se reconoce la restauración como una dimensión de la conservación y sus objetivos se relacionan con la preservación o con el uso sostenible. Constituye una respuesta de manejo para las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales desde 2006 y se enmarca en la política de participación social en la conservación.

El ejercicio de priorización de áreas para la conservación adelantado en Colombia y liderado por la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales<sup>10</sup> para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP contempla el criterio de representatividad, acompañado de, entre otros, efectividad en el manejo de las unidades de conservación, integridad de éstas en torno a sistemas, resiliencia, redundancia e irremplazabilidad. La priorización es presentada como una señal nacional a los sistemas regionales de áreas protegidas – SIRAP<sup>11</sup> y a las respectivas Autoridades Ambientales Regionales, para identificar necesidades de restauración ecológica en los territorios de su jurisdicción.

---

<sup>6</sup> 2003. Convenio MAVDT-CONIF con recursos BIRF.

<sup>7</sup> 2006. Convenio MAVDT-CONIF.

<sup>8</sup> La Estrategia de Restauración Ecológica Participativa (REP) del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia se construyó con la orientación técnica de Germán Camargo y la participación de Ana María Fuentes junto con otros profesionales, funcionarios y contratistas de la Unidad de Parques Nacionales desde el año 2006, y actualmente se implementa y enriquece en 22 de las 55 áreas protegidas.

<sup>9</sup> Dimensiones de la conservación de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, 2008.

<sup>10</sup> Corzo Germán. Requerimientos de restauración para completar la representatividad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP en Colombia.

<sup>11</sup> SIRAP, Sistemas Regionales de Áreas Protegidas, es una red de áreas protegidas, personas, organizaciones que tejen iniciativas de conservación sobre una región determinada que en general incluye una o más de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

A nivel regional y con la cofinanciación del MADS a través del Fondo de Compensación Ambiental (FCA) y el Fondo Nacional de Regalías – FNR, las Autoridades Ambientales Regionales ejecutaron proyectos de restauración en el marco del crédito BID 774/OC-CO y 910/SF-CO componente microcuencas - Plan verde, dirigidos a actividades de protección y rehabilitación de microcuencas a través del manejo de cobertura vegetal en áreas con problemas de erosión y déficit de abastecimiento de aguas. Actualmente, a través del Programa de Apoyo al Sistema Nacional Ambiental BID 1556/OC-CO SINA II, se ejecuta el componente de restauración o recuperación, apoyando actividades encaminadas a la conservación a través del manejo y protección de los ecosistemas y su biodiversidad, que integra su uso sostenible en un contexto participativo y de concertación. Algunos casos puntales de restauración desde las Autoridades Ambientales Regionales, incluyen la recuperación de humedales (CAR), restauración para prevención de erosión y recuperación de taludes (CORPOCALDAS, CDMB), restauración de zonas de páramo (CARDER, CORTOLIMA, CORPOCHIVOR, CORPOBOYACÁ, CAR, CORPONARIÑO).

El Instituto Alexander von Humboldt ha participado en distintas experiencias de restauración ecológica en ecosistemas como páramo, en el marco del Proyecto Páramo Andino, en las áreas de Chiles y Rabanal, mediante procesos de restauración participativa con las comunidades locales y comunidades indígenas (Resguardo Indígena Chiles) como factor clave para el éxito del proceso (Fajardo, 2007). También se brindó apoyo técnico para la restauración de la Laguna del Otún, liderado por el Ministerio de Ambiente y Parques Nacionales, para la recuperación del páramo y los humedales después del incendio en el año 2006 (Loterio *et al.*, 2007). Actualmente el Instituto lidera el desarrollo de portafolios de restauración de páramos, humedales alto-andinos y de bosque seco, y una guía de Monitoreo a Ejercicios de Restauración, todo con el fin de orientar la toma de decisiones por parte de actores locales, regionales y nacionales para la recuperación de áreas degradadas en estos ecosistemas (IAvH, 2013). El IAvH también ha desarrollado las herramientas de manejo del paisaje en áreas afectadas por uso agropecuario y forestal en diferentes lugares del país, y ha consolidado cinco corredores biológicos que conectan los bosques subandinos del Parque Regional Natural Barbas-Bremen y El Parque Regional Natural Cañón del Río Barbas entre Quindío y Risaralda.

A nivel del Distrito, se ha publicado una serie de insumos para la restauración; el Departamento Administrativo de Medio Ambiente del Distrito Capital –DAMA, hoy Secretaria Distrital de Ambiente –SDA, elaboró el *Protocolo Distrital de Restauración Ecológica*, una guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá (Salamanca & Camargo, 2000,) la *Guía Técnica para la Restauración Ecológica en Áreas con Plantaciones Forestales Exóticas en el Distrito Capital* (DAMA, 2004), y la *Guía Técnica para la Restauración de áreas de Ronda y Nacederos del Distrito Capital* (DAMA, 2004), el *Protocolo de Rehabilitación y Recuperación Ecológica de Humedales en Centros Urbanos Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados en el Distrito Capital* (SDA, 2010). Por su parte, el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis publicó la *Guía Técnica para la Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por la Expansión Agropecuaria en el D.C* y la *Guía Técnica para la Restauración de Áreas Afectadas por Incendios Forestales en el Distrito Capital*, el Jardín Botánico se enfocó principalmente en experimentar en ecosistemas estratégicos de la capital y específicamente en especies invasoras como el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) por medio de la *Guía Técnica para la Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Especies Vegetales Invasoras* (Ríos, 2005). Entidades del distrito están a su vez realizando investigación en restauración, articulados con grupos de investigación de universidades, alcaldías locales y organizaciones comunitarias.

El aporte de la academia ha permitido adelantar investigaciones conjuntamente con las Autoridades Ambientales, es el caso del Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia (GREUNAL) en asocio con la SDA; el Jardín Botánico y Acueducto de Bogotá han publicado guías y documentos de consulta, producto del desarrollo de trabajos de investigación básica y aplicada (Vargas, 2007) y participación comunitaria



(Cano & Zamudio, 2006). Por su parte, la Pontificia Universidad Javeriana y su Escuela de Restauración Ecológica - ERE, publicaron las memorias del Primer Simposio Nacional de Experiencias de Restauración Ecológica y algunos aportes en restauración de canteras (Barrera, 2007). Particularmente, se han ejecutado proyectos de investigación a pequeña escala en recuperación de áreas disturbadas, recuperación de cuencas, extracción de materiales a cielo abierto y restauración en ecosistemas estratégicos.

El sector privado ha avanzado en el tema de restauración, como en el caso de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV, que ha desarrollado programas de restauración ecológica de bosques ribereños, control de la erosión severa (Rivera y Sinisterra, 2006, CIPAV - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC), evaluación del uso de plantas nativas promisorias en la recuperación de áreas degradadas por erosión y movimientos en masa, fenología y hábitos de regeneración de árboles nativos, restauración de suelos y vegetación nativa (Calle, 2003), recuperación de la conectividad estructural en agropaisajes ganaderos, manejo preventivo del fuego con barreras de vegetación piro-resistente, establecimiento y manejo de cercas vivas multiestrato con especies nativas.

Como resultados alcanzados hasta el momento con la estrategia de restauración ecológica participativa, se tienen cerca de 9.054 hectáreas en proceso de restauración en ecosistemas de bosque andino, bosque altoandino y páramo; también se logró la expedición de la Resolución 0247 de 2007 que reglamenta el protocolo para los acuerdos transitorios de restauración con campesinos en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales; la elaboración de la Guía Técnica de Restauración Ecológica Participativa con los lineamientos conceptuales, metodológicos y jurídicos de la estrategia; la publicación del Manual de Restauración Ecológica Participativa dirigido a las comunidades campesinas; y la realización del Simposio sobre Restauración Ecológica en Áreas Protegidas en el marco del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica, en el año 2009.

En 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adopta la Política Nacional para la gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos y el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, documentos que revisten primordial importancia para el presente Plan Nacional de Restauración, pues plantean elementos conceptuales, operativos y financieros que son utilizados en este. En 2014 CIFOR publicó el documento "La Restauración Ecológica en Colombia. Tendencias, necesidades y oportunidades" en el que se recopilan experiencias de restauración de todo el país.

La Escuela de Restauración Ecológica de la Universidad Javeriana se ha dedicado a la formación de profesionales en el tema de la restauración ecológica y ha organizado diversos eventos científicos como el I y II curso de restauración ecológica de áreas degradadas por la minería a cielo abierto, el I Simposio Nacional de Experiencias de Restauración Ecológica y el III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. Adicionalmente se ha concentrado en desarrollar investigaciones para identificar técnicas y estrategias para recuperar áreas disturbadas por minería, uso agropecuario y especies invasoras.

En el año 2013 la Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) y la Red Iberoamericana de Restauración Ecológica, organizaron en Bogotá el III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. El evento congregó a 430 personas de 20 países y en el mismo se oficializó la Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica.

### III. ENFOQUE CONCEPTUAL

---

La restauración es una estrategia de carácter interdisciplinario, en la cual se articula el conocimiento científico para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, ante las necesidades de restablecer los ecosistemas degradados y prevenir futuros daños (Harris y Hobbs, 2001). Los acelerados cambios ambientales a nivel global han incrementado la demanda para el establecimiento de planes de restauración en las últimas décadas; esto se ve reflejado en los objetivos ambientales a nivel mundial, en los cuales la restauración se convierte en el eje central para los planes de manejo ambiental, forestal, compensación, y una estrategia para contrarrestar la pobreza (MEA 2005, Convención sobre Diversidad Biológica 2010, United Nations Environmental Programme, 2010).

Considerar la ecología en las prácticas de la restauración es fundamental desde las fases iniciales de cualquier intervención, ya que es necesario entender los procesos que ocurren en los diferentes componentes del ecosistema, como las interacciones entre la biota (flora - fauna - microorganismos), la geomorfología, los suelos, la hidrología, y los procesos que giran alrededor del uso de la tierra (naturales y antrópicos), que en conjunto determinan el estado actual del ecosistema. Los procesos históricos de transformación en el uso de la tierra, las condiciones actuales y las necesidades locales de las comunidades hacen que la restauración esté dirigida hacia diferentes objetivos: la restauración ecológica para iniciar o acelerar procesos de restablecimiento de un área degradada, en relación a su función, estructura y composición; la rehabilitación para recuperar la productividad y/o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales; y la recuperación o reclamación para retornar la utilidad del ecosistema respecto a la prestación de servicios ambientales diferentes a los del ecosistema original, integrándolo ecológica y paisajísticamente a su entorno.

De acuerdo a los anteriores contextos, la restauración se puede definir como una estrategia práctica de manejo que restablece los procesos ecológicos para mantener *la composición, estructura y función* del ecosistema en diferentes unidades de paisaje y a distintas escalas, mediante el desarrollo de estrategias participativas (Apfelbaum y Chapman, 1997). La restauración es un proceso **complejo, integral y** cuyos objetivos se logran a mediano y largo plazo y su propósito va más allá de la simple revegetación o reforestación de áreas mediante plantaciones de especies arbóreas.

Conceptualmente la restauración se ha abordado desde diferentes ópticas (Zedler, 2005): Algunos autores la definen como el proceso de cambiar la trayectoria de un ecosistema de una condición degradada a una condición natural similar a la original (Bradshaw, 1987), lo que lleva a la discusión de cuál es la condición original deseada. Otros autores han considerado que la restauración no debe llevar necesariamente a la condición original y puede tener diferentes trayectorias durante su proceso (Zedler y Callaway, 1999). Una de las definiciones más citadas es la de la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), que generó en 2004 los principios, lineamientos<sup>12</sup> y marco conceptual para el abordaje de los procesos y técnicas adecuadas para restauración ecológica, que define la restauración como el proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido mediante estudios sobre estructura, composición y funcionamiento del ecosistema degradado y de un ecosistema de referencia que brinde información del estado que se quiere alcanzar o del estado previo al disturbio, que servirá de modelo para planear un proyecto.

No obstante, y considerando los diferentes escenarios actuales de los ecosistemas, la restauración debe considerarse como una estrategia de manejo de tipo adaptativo, cuya aproximación no solo se basa en un ecosistema de referencia sino también en el contexto real, en el cual se amplían los escenarios posibles hacia

---

<sup>12</sup> Disponible en: [http://www.ser.org/content/ecological\\_restoration\\_primer.asp](http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp).

los que se direccionaría la restauración. Muchas de estas aproximaciones se han plasmado en modelos gráficos que se adjuntan en este documento (Anexo 2).

La restauración ecológica tiene otras dimensiones además de la ecológica, como la social, política, económica y ética (Vargas, 2007). La dimensión social busca integrar las poblaciones humanas a los proyectos de restauración y contribuir a mejorar sus condiciones (Anexo 3). Las dimensiones económica y política se refieren a los costos que implica restaurar grandes áreas y a la necesidad de una voluntad política que haga de la restauración una práctica ligada a la conservación de ecosistemas. En cuanto a la dimensión ética, se debe buscar un consenso de la percepción de la naturaleza, en donde conductas negativas hacia el entorno natural se transformen en actitudes que vayan en pro de la conservación y de la recuperación, mediante herramientas como la restauración.

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

1. **Restauración Ecológica propiamente dicha (ecological restoration):** Restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general así como de la mayoría de sus bienes y servicios.
2. **Rehabilitación ecológica (rehabilitation):** Llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, este debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.
3. **Recuperación ecológica (reclamation):** Recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.

Una vez determinado el tipo de manejo o intervención, es necesario tener en cuenta otros factores como el fomento y la participación a largo plazo de la población local, de tal forma que las decisiones colectivas tengan más probabilidad de éxito. Habiendo tomado las decisiones, es importante considerar que las intervenciones en el proceso de restauración varían de un proyecto a otro y dependen de la extensión, duración de las perturbaciones pasadas, condiciones culturales que han transformado el paisaje, oportunidades y limitaciones actuales (SER, 2004). Estas variaciones hacen que el proceso ocurra en un plazo indefinido, por lo que las metas deben tender a un desarrollo a largo plazo, vinculando procesos de monitoreo adaptativo según las necesidades que surjan en el tiempo.

**Tabla 1. Tipos de intervención según el objetivo**

¿CUÁL ES EL OBJETIVO?	QUÉ HACER
Iniciar o acelerar procesos de restablecimiento de un área degradada, dañada o destruida en relación a su función, estructura y composición.	Restauración Ecológica (RE)
Reparar la productividad y/o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales.	Rehabilitación (REH)

Retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de servicios ambientales diferentes a los del ecosistema original, integrándolo ecológica y paisajísticamente a su entorno.	Recuperación o reclamación (REC)
--	----------------------------------

Fuente: Vargas *et al.*, 2009, modificado por MADS.

## RESTAURACIÓN ASISTIDA Y RESTAURACIÓN ESPONTÁNEA

Las actividades de restauración son asistidas (*activas*) cuando existen intervenciones directas de manejo como enriquecimiento, remoción o traslado del material vegetal, entre otros. Como un componente más de las actividades de restauración se usa la restauración espontánea (*pasiva*<sup>13</sup>), en la que los agentes causantes de la degradación se remueven y se deja el área sin otro tipo de actividad directa (McIver y Starr, 2001), sólo en ocasiones el encerramiento de las áreas es suficiente.

No se puede negar que la restauración *espontánea* es una técnica interesante desde el punto de vista de costo-efectividad, principalmente en algunos ecosistemas tropicales (Guerrero y da Rocha, 2010); sin embargo estos procesos pueden ser muy prolongados y verse fuertemente afectados por el grado de aislamiento de los núcleos naturales (o ecosistemas fuente) (Redi *et al.*, 2005). Otro factor que influye en gran medida en el éxito de la restauración *espontánea* es el tipo de disturbio que afectó al ecosistema y la severidad del mismo. La restauración espontánea puede ser inefectiva bajo condiciones particulares de disturbio, como en el caso de la restauración post-minería (Laycock, 1995; Guerrero y da Rocha, 2010). Dejar un ecosistema en un proceso de sucesión sin otra actividad directa puede ser una estrategia viable, principalmente cuando existen fuentes semilleras cercanas y cuando las condiciones geológicas y edáficas no están afectadas (Zedler, 2005).

Se recomienda que la decisión de la estrategia de restauración a emplear considere las características del ecosistema (i.e. su resiliencia), el grado de alteración y las características del paisaje que rodean el área a intervenir (e.g. la distancia a parches naturales cercanos). En otras palabras, es recomendable evaluar el potencial de restauración existente (oferta física, potencial biótico y componente socioeconómico) y el objetivo o meta que se quiere alcanzar con el proyecto de restauración (Holl y Aide, 2011), antes de considerar la restauración *espontánea* como única estrategia de manejo de un ecosistema degradado o como una estrategia integrada dentro del proyecto de restauración. En el Anexo 6 se presenta una tabla comparativa de las estrategias de restauración espontánea y asistida.

## EL FACTOR SOCIAL EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Experiencias previas plantean que estrategias de restauración basadas en la colaboración entre las comunidades locales y organizaciones o instituciones de carácter científico o gubernamental pueden conllevar resultados favorables para la gestión de ecosistemas (Cairns, 2000), esto se debe al aporte que las comunidades locales le pueden brindar a un proyecto que las integra en cada una de sus fases. Por obvias razones, el conocimiento aportado por cada una de las partes es complementario y por tanto conduce al diseño de alternativas más oportunas, apropiadas y adaptativas de manejo (Danielsen *et al.*, 2010). Involucrar a las comunidades locales en

---

<sup>13</sup> Desde el punto de vista sucesional, el término restauración **pasiva** asume erróneamente que la dinámica de los ecosistemas es estática y por tanto es necesario activarla (restauración activa), por esta razón, el término se ha ajustado a restauración **espontánea**, que se ajusta mejor a la dinámica natural de los ecosistemas en el tiempo.

las actividades de los proyectos de restauración, genera niveles de empoderamiento tales que pueden contribuir en gran medida al éxito de los mismos.

Por tal razón, durante las últimas tres décadas se han venido planteando prácticas participativas con el fin de ofrecer una alternativa paralela a la estrategias tradicionales de proyectos de restauración ecológica, estas acciones participativas buscan responder a objetivos propuestos a diferentes escalas y niveles de organización (Sisk *et al.*, 2006). Al considerar que, en cualquier proyecto de restauración ecológica todos los trabajos se deben hacer con personas de las comunidades locales, se puede garantizar un grado aceptable de apropiación de los trabajos y protección de las áreas en el futuro. Adicionalmente se garantiza que las comunidades aledañas a las áreas intervenidas participen de los beneficios directos de la restauración ecológica, entendiendo que el empleo local y las oportunidades de negocio a través de la restauración impactan favorablemente la economía de las familias vecinas. Es necesario incluir a la comunidad tanto en el período de ejecución de los trabajos de restauración como en el monitoreo de los mismos trabajos con la comunidad mediante Sistemas de Monitoreo Participativo SMP (Anexo 3).

En este sentido, cualquier iniciativa de restauración debería partir de:

- Un análisis de los factores humanos relacionados con la degradación, destrucción o daño del sitio. Este análisis proporciona una idea clara del historial de degradación de la zona.
- Una valoración de las limitaciones que impone y las oportunidades que ofrece el entorno social.
- La comprensión de las preferencias, gustos y expectativas de las comunidades con relación al proceso de restauración, su interpretación del entorno y las pérdidas o ganancias a nivel ecosistémico.
- La identificación con la comunidad de los alcances y estrategias del proyecto (Anexo 5).

En cuanto a la participación de las comunidades en la restauración se pueden considerar varios niveles, por ejemplo:

- Participación directa en la ejecución de proyectos de restauración: empleo local, oportunidades de negocio y capacitación, planificación a escala de paisaje.
- Valoración y aplicación del conocimiento ecológico tradicional.
- Generación de conocimiento a través de la investigación participativa.
- Monitoreo posterior de los proyectos ya implementados (Anexo 3).

#### IMPULSORES, DISTURBIOS Y ÁREAS DISTURBADAS

Para abordar la restauración de las áreas disturbadas, es fundamental comprender el funcionamiento del sistema ecológico, así como el tipo y las causas de el o los disturbios que lo afectan o lo han estado afectando (Temperton *et al.*, 2004). Por tanto, es importante comprender que un disturbio es un evento no planeado, de origen natural o antrópico que afecta negativamente la composición estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Money & Godron 1983, Bender 1984, Grime 1989, Beeby 1993, Brown & Lugo 1994, Turner *et al.* 1998, Rapport & Whitford 1999, Whithe & Jentsch 2001). Tales disturbios, después de su ocurrencia generan en el ecosistema afectado una dinámica (fluctuaciones, claros, parches y sucesiones) impredecible la cual tendrá consecuencias espacio-temporales y su severidad dependerá del tipo, de la magnitud y de la frecuencia del disturbio.

En la actualidad, la mayor parte de los ecosistemas del planeta se encuentra bajo la influencia humana. Durante los últimos 100 años muchos de los ecosistemas en el mundo han sufrido una degradación significativa debido a los impactos negativos sobre la diversidad biológica. Los ecosistemas tropicales son los más vulnerables y afectados.

Las causas generalmente aceptadas de degradación ecológica son la transformación y pérdida de ecosistemas, la sobreexplotación de recursos biológicos, las invasiones biológicas, la contaminación y el cambio climático (PNGIBSE, 2012). Sin embargo, los procesos que definen estas grandes causas o impulsores de transformación rara vez operan de manera independiente y tienden a operar simultáneamente, por lo que los procesos sinérgicos y el cambio climático también son considerados.

Teniendo en cuenta los cinco impulsores o motores de pérdida y transformación de ecosistemas identificados para el país (Tabla 2), se abordaron los principales disturbios y causas que producen esta transformación por medio de un diagnóstico que unificó la información existente del estado actual de degradación a nivel nacional para cada uno de los disturbios definidos. Aunque Pickett y White (1985) definen ecológicamente el disturbio como un evento discreto relativamente bien delimitado en el tiempo que altera la estructura, composición y funcionamiento de un paisaje, un ecosistema, una comunidad o una población y cambia la disponibilidad de recursos y el ambiente físico, es preciso entender que los disturbios de origen natural son un factor ecológico permanente de importancia primordial en la dinámica de los ecosistemas, mientras que las perturbaciones antrópicas generan cambios más drásticos en los mismos, por lo que su recuperación es más complicada. Como consecuencia de los disturbios y perturbaciones se generan áreas disturbadas en las que se habrán modificado parcial o totalmente atributos tales como estructura, composición, función, productividad, interacciones y consecuentemente sus servicios ecosistémicos. Mediante este enfoque se pretende identificar y caracterizar las perturbaciones que afectan la estructura, composición y función de los ecosistemas, para posteriormente determinar las estrategias, prioridades y acciones de restauración (Anexo 9).

**Tabla 2. Impulsores de transformación y pérdida de la biodiversidad en Colombia comparados con los motores considerados a escala global (MADS, 2012).**

IMPULSORES IDENTIFICADOS EN COLOMBIA	IMPULSORES CONSIDERADOS A ESCALA GLOBAL (MEA, 2005)
1. Cambio de uso de la tierra, ocupación del territorio y fragmentación de los ecosistemas que producen transformación o pérdida de biodiversidad 1.1. Transformación directa y pérdida de ecosistemas naturales o seminaturales 1.2. Transformación de sistemas productivos que mantienen elementos y procesos de la biodiversidad 1.3. Desarrollo de infraestructura lineal 1.4. Represamientos	Transformación y pérdida de ecosistemas y hábitats naturales
2. Disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agroecosistemas 2.1. Sobre utilización de poblaciones de especies 2.2. Pastoreo, fuego o erosión 2.3. Pérdida de diversidad genética de cultígenos y variedades	Sobre-explotación
3. Invasiones biológicas	Invasiones biológicas
4. Contaminación y toxificación 4.1. Contaminación orgánica de aguas y eutroficación (Nitrógeno y Fósforo) 4.2. Contaminación química y otras	Contaminación
5. Cambio climático	Cambio climático

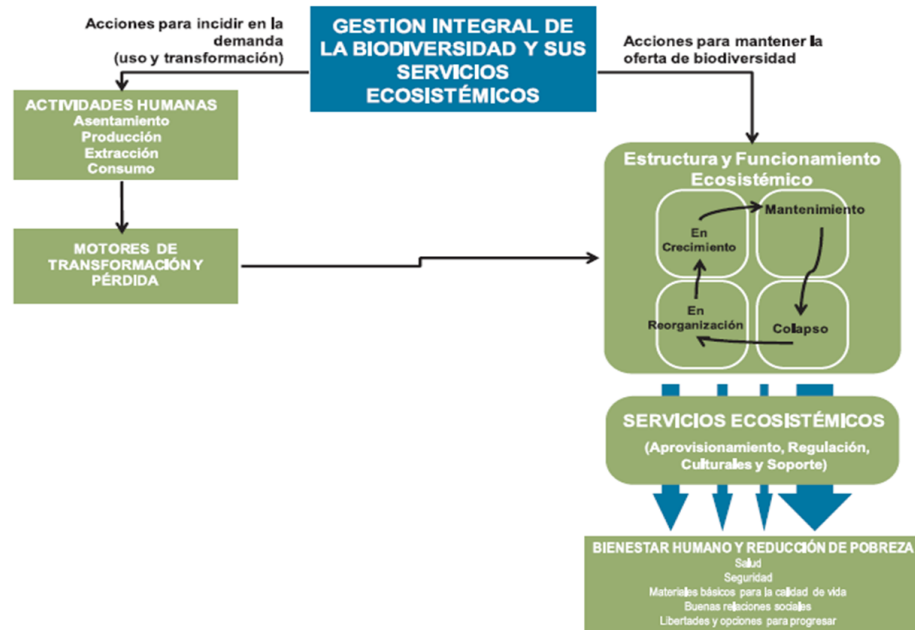


Figura 1. Relación entre motores de pérdida y bienestar humano. FUENTE: PNGIBSE, 2012.

## IMPULSOR 1. PÉRDIDA Y TRANSFORMACIÓN ECOSISTÉMICA – CAMBIOS EN EL USO DEL TERRITORIO

### ÁREAS DISTURBADAS POR SISTEMAS PRODUCTIVOS NO SOSTENIBLES

Estos disturbios afectan drásticamente todos los componentes y las condiciones micro, meso y macroclimáticas del ecosistema, afectando la composición, estructura y función de la biota y del suelo, así como la dinámica hídrica, los flujos de nutrientes y la capacidad regenerativa natural de los ecosistemas, compactación del suelo, lixiviación de nutrientes y pérdida de materia orgánica, lo cual puede generar comunidades propias de sucesiones secundarias o desviadas (ecosistemas degradados). Se consideran los disturbios antrópicos ocasionados por los sistemas productivos agrícolas, pecuarios, pesqueros y agroindustriales; la deforestación por cultivos ilícitos, extracción de madera, la extracción de materiales a cielo abierto y minería en general, la expansión urbana originada por el desarrollo de obras e infraestructura de gran impacto y el incremento de la densidad poblacional, los incendios forestales y quemas.

Una buena proporción de la superficie de Colombia se encuentra actualmente en áreas de paisajes rurales dominadas por agroecosistemas (Arango *et al.*, 2003). A partir de los análisis espaciales y la reconstrucción de la historia ambiental (procesos de colonización, tenencia de la tierra, expansión de la frontera agropecuaria, etc.), se ha conocido el impacto que han tenido las actividades antrópicas sobre la transformación de hábitats y ecosistemas naturales (MAVDT, 2010). Según Etter y van Wyngaarden (2000), citados por Santamaría *et al.*, (2006), el área en pastos del país es superior a 40 millones de hectáreas. El grado de transformación de regiones como el Caribe (82,3%), los Andes (61,8%) y la Orinoquia (59,9%) revelan cifras dramáticas, según las cuales los procesos antrópicos han convertido extensas zonas en paisajes rurales (Lozano-Zambrano *et al.*, 2009). Según el DANE (2007) la ocupación de tierras a nivel nacional involucra tres problemas: la ocupación agropecuaria de laderas empinadas y ríos, los conflictos por la ocupación del suelo de actividades agrícolas y pecuarias, y la ocupación de tierras con productividad agropecuaria marginal expuestas a la violencia, por parte de comunidades pobres. Además, se estima que el 73,3% de la deforestación en Colombia es causada por la

expansión de la frontera agrícola y la colonización, siendo la conversión para uso ganadero la principal causa (Guevara, 2002).

Los sistemas productivos no sostenibles pueden afectar ecosistemas estratégicos como los humedales, los cuales son desecados y rellenados, fragmentados o reemplazados en algunos casos, alterando la dinámica hidráulica y aumentando la vulnerabilidad a inundaciones. La alteración física de cauces afecta la morfodinámica, lo que pone en riesgo los ciclos ecológicos de las especies adaptadas a las fluctuaciones de épocas lluviosas y épocas secas. Las actividades productivas que implican aprovechamientos desmesurados y no planificados de volúmenes de agua alteran el régimen de caudales y ponen en riesgo la capacidad de resiliencia del ecosistema.

#### ÁREAS DISTURBADAS POR PÉRDIDA DE COBERTURAS VEGETALES (DEFORESTACIÓN)

En el Plan Nacional de Restauración se abordan las principales causas de pérdida de coberturas vegetales, relacionadas con procesos productivos antrópicos en Colombia, que son cultivos ilícitos, aprovechamiento forestal insostenible, tala ilegal, procesos agroindustriales y fragmentación. Las áreas degradadas por estos disturbios se ven afectadas parcialmente en los compartimentos de la vegetación, la fauna y el suelo, así como las condiciones microclimáticas (Barrera, 2007).

En Colombia históricamente la deforestación y la sobre explotación han sido los principales disturbios de origen antrópicos que han afectado la mayoría de los ecosistemas terrestres y algunos costeros. Las actividades que generan mayor deforestación en los bosques tropicales son el establecimiento de sistemas ganaderos extensivos y agrícolas, la extracción selectiva de maderas, el establecimiento de cultivos ilícitos, la explotación de minerales a cielo abierto, la expansión urbana, la construcción de obras de infraestructura y la extracción de leña para combustible y cercas vivas, cuyo impacto es a menor escala que todas las anteriores (Etter, 1998; Guariguata y Kattan, 2002; Rodríguez y Van Hoof, 2004).

En los últimos años, bajo diferentes enfoques, se ha intentado determinar la transformación en las coberturas vegetales causadas por deforestación. En 1987, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) reportaron 600.000 hectáreas deforestadas al año. En 2002 el mismo IGAC reportó 221.000 ha deforestadas anualmente, mientras que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) reportó 91.232 hectáreas deforestadas por año. Según el proyecto desarrollado por Land Use, Land Use Change and Forestry - LULUCF<sup>14</sup>, utilizando los Mapas de Coberturas Vegetales, Uso y Ocupación del Territorio, se estimó que la superficie de bosques transformada a otros usos del suelo entre los años 1986 y 2001 ascendía a 118.000 hectáreas anuales de bosque. El registro más reciente fue desarrollado por el proyecto Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD)<sup>15</sup> en Colombia, obteniendo una cobertura para el año 2000 de 60.818.739 hectáreas, y para 2007 de 58.853.397 hectáreas y reflejando una pérdida de la cobertura boscosa de 2.356.445 hectáreas en el periodo analizado; sin embargo, según el IDEAM (2012), la tasa de deforestación del país es de 310.000 hectáreas por año. Estas divergencias pueden obedecer a factores de orden técnico o metodológico que dificultan contar con cifras precisas y comparables.

---

<sup>14</sup> Segunda Comunicación Nacional, Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero -años 2000 y 2004-, Módulo uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura.

<sup>15</sup> Reducción de emisiones por deforestación evitada. Los resultados preliminares de este estudio son aplicables al 77% del territorio nacional, debido a carencia de datos por condiciones atmosféricas, resultando en una tasa promedio de cambio que puede variar entre 373.629 ha y 108.000 ha por año.



Por otra parte, el establecimiento de cultivos de coca (*Erythroxylon coca*) y marihuana (*Cannabis indica*) da lugar a la deforestación de grandes áreas, con la consecuente pérdida de biomasa en ecosistemas con vocación forestal, cuyos suelos no tienen aptitud agrícola y en los que se aumenta el riesgo de extinción de numerosas especies de fauna y flora (Díaz, 1998). El aporte que los cultivos ilícitos tienen en la deforestación se estimó en 77.870 hectáreas para 2006, en 23 de los 32 departamentos del país (Dirección Nacional de Estupefacientes, 2007). De estas, 9.451 hectáreas corresponden al 12,1% del total del área cultivada y se encuentran en la región de los Andes colombianos.

Según los reportes multitemporales entregados por el Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos – SIMCI, en 2008 se evidenció un aumento del 75% de nuevos cultivos de coca en relación con 2007. Con respecto a la afectación de la vegetación, el SIMCI registró para este periodo un cambio de cobertura del 15% para el bosque primario, del 10% para el bosque secundario y de un 3% para rastrojo.

Otra causa de deforestación es la extracción selectiva e ilegal de especies forestales nativas para la producción de madera aserrada y rolliza, chapas para triplex, tableros aglomerados, taninos, leña y carbón. Se estima que del total de madera utilizada en Colombia, el 42 % es comercializada de forma ilegal (Banco Mundial, 2006). Guevara (2002) estimó que cerca del 60% de la madera aprovechada a comienzos de los años noventa provino de los bosques del Pacífico; y aunque el aprovechamiento de las áreas naturales ha disminuido, aún se extraen volúmenes considerables. La eliminación total o parcial del bosque compromete el sostenimiento de otros subsistemas, afectando por ejemplo, a los habitantes que han hecho el tránsito de la extracción selectiva de maderas hacia el desarrollo incipiente de prácticas agropecuarias.

En los ecosistemas marino-costeros, la transformación puede generar problemas de sedimentación y ruptura de las barras de suelo, que podrían traer como consecuencias el transporte de materiales, el aumento de salinidad y la pérdida de sustentación de los materiales en proceso de consolidación que, finalmente, aumenta los procesos de erosión. Un ejemplo de estas transformaciones en ecosistemas marino-costeros es la ampliación gradual de dunas y playones desérticos que se observa en la isla de Providencia, en la cual se talaron completamente algunos bosques para ser transformados en playones (Márquez, 1987). En los manglares del Pacífico y del Atlántico la tala se ha realizado, no sólo para el aprovechamiento directo de la madera, sino también para cambios en el uso del suelo, convirtiéndolos en cultivos de palma, cultivos tradicionales, pastizales, estanques para producción de sal y camaróneras (Zambrano y Rubiano, 1996). Otro ejemplo de este disturbio se observa en los cuangariales adyacentes a manglares, que están siendo seriamente amenazados por la extracción de madera, con la apertura de canales de transporte que drenan los pantanos y que son colonizados posteriormente por otras especies como palmas de los géneros *Mauritiella* y *Manicaria* (Prah et al., 1990).

#### ÁREAS DISTURBADAS POR MINERÍA

Esta actividad afecta drásticamente todos los componentes del ecosistema como suelo, vegetación, fauna, recurso hídrico, geoformas del terreno y condiciones microclimáticas. Se modifican las condiciones originales de los ecosistemas, muchas veces de manera irreversible, cambiando también su topografía e hidrología. La minería trae consigo cambios drásticos en la estructura del suelo, además el uso de maquinaria pesada empleada ejerce grandes presiones sobre éste que llevan a la compactación. Adicionalmente, factores climáticos como el viento y la precipitación contribuyen aceleradamente al proceso de erosión de suelos en zonas mineras. Los efectos producidos por la minería en los ecosistemas también incluyen destrucción del paisaje, degradación del entorno visual, disturbios en cursos de agua, disminución o pérdida de cobertura vegetal, aumento de niveles de ruido y material particulado, sedimentación, erosión, hundimientos e inestabilidad del terreno por explosiones. Uno de los ejemplos más significativos está en las áreas de extracción de materiales denominadas

comúnmente canteras, localizadas en los límites de las ciudades cuyos taludes quedan inestables y se producen volcamientos, hundimiento del terreno y movimiento del macizo rocoso cuando finaliza la extracción, (Barrera *et al.*, 2007).

En relación con el componente hídrico, la minería tiene como consecuencias la afectación de la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas, la interrupción o redireccionamiento de flujos, la extracción y desecación de acuíferos, el cambio en la capacidad de almacenamiento y regulación del agua; el incremento en la sedimentación y la contaminación .

La actividad minera tiene consecuencias no solo en suelo y vegetación, sino también en la geoforma, las condiciones microclimáticas, y en la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas. Específicamente en la actividad aurífera, los procesos de cloruración, lixiviación por cianuro y amalgamación con mercurio, los procesos pirometalúrgicos y la disposición de colas, generan residuos tóxicos que repercuten en el incremento de la morbilidad y mortalidad de la población presente en la zona de esta actividad minera (Contraloría General de la República, 2008). También ha producido problemas relacionados con la erosión hídrica superficial, carcavamiento, derrumbes y deslizamientos, contaminación por polvo y deterioro del paisaje. Esta situación está acompañada por la microsismicidad ocasionada por el uso de la dinamita, lo que genera remoción en masa pendiente abajo.

La problemática se extiende a las ciudades, por ejemplo en los cerros de Bogotá las canteras se han desarrollado en antiguas zonas de bosques y rastrojos nativos, bosques artificiales y en áreas de uso agropecuario. Otro ejemplo del impacto de la minería se observa en el páramo, ecosistema afectado en cobertura y función. A finales de 2008 se encontraban en trámite de solicitud minera gran parte de los páramos del país.

#### ÁREAS DISTURBADAS POR EXPANSIÓN URBANA, DESARROLLO DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA

Estos factores afectan todos los componentes del sistema, principalmente el suelo y agua en los sistemas acuáticos. El desarrollo de infraestructura ha degradado muchos de los ecosistemas del país; un ejemplo es el manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta, alterado en su régimen hídrico por la construcción en 1956 de la carretera Barranquilla-Santa Marta, que pasó por extensas formaciones de manglares en el delta exterior del río Magdalena, interrumpiendo severamente el balance hídrico del sistema, lo que sumado al cierre y desvío de canales del río generó hipersalinización de los suelos y la consecuente mortalidad masiva de los manglares del sistema. La cobertura de manglar ascendía a 51.150 ha en 1956 y en 1993 se registraron tan solo 23.500 ha, reduciéndose en un 54%, con una tasa de mortalidad de 1.531 ha/año (Botero y Mancera-Pineda, 1996; MAVDT, 2010). Esto trajo como consecuencia la pérdida de biodiversidad, reflejada en la destrucción de hábitats y en una reducción notable de la fauna terrestre y acuática asociada a los manglares, además de la formación de playones salinos de muy baja productividad y disminución de la pesca (Botero y Marshall, 1994).

Situaciones similares de pérdida y deterioro de manglares se presentaron con la construcción de la carretera Tolú-Coveñas y la apertura del anillo vial Cartagena-Barranquilla (Instituto Nacional de Recursos Naturales y del Medio Ambiente - INDERENA, 1991). Así mismo, la adecuación de áreas para la construcción de hoteles y condominios ha destruido áreas de manglar en la Isla de San Andrés, Tolú, Bocacanoas (Cartagena) e Isla Barú, entre otros. La construcción de hidroeléctricas ha ocasionado la pérdida de la biodiversidad íctica y la fragmentación de su hábitat, modificando sus dinámicas poblacionales.

En relación con los grandes centros urbanos, la expansión de la frontera urbana tiene graves repercusiones sobre los sistemas naturales, debido a que la mayor parte de las necesidades se satisfacen con recursos de los ecosistemas que se encuentran en las cercanías de los mismos.

Según la Política de Gestión Ambiental Urbana (MAVDT, 2008), la problemática ambiental actual está determinada por múltiples factores, entre los cuales se encuentran los relacionados con los recursos naturales renovables y los riesgos de origen natural y antrópico que afectan la conectividad de los ecosistemas que se encuentran inmersos dentro de las áreas urbanas. Atendiendo a esta problemática, el decreto 1504 de 1998 define dentro de los elementos constitutivos naturales las áreas destinadas a la conservación y preservación de corrientes de agua, tales como cuencas y microcuencas, manantiales, ríos, quebradas, arroyos, playas fluviales, rondas hídricas, zonas de manejo, zonas de bajamar y protección ambiental; y relacionados con cuerpos de agua, tales como mares, playas marinas, arenas y corales, ciénagas, lagos, lagunas, pantanos, humedales, rondas hídricas, zonas de manejo y protección ambiental; así como cerros, montañas, colinas, nevados y áreas de reserva y parques naturales.

## ÁREAS DISTURBADAS POR INCENDIOS FORESTALES Y QUEMAS

En las áreas disturbadas por incendios forestales se afecta el compartimiento de la vegetación y de la fauna silvestre, principalmente. Los incendios son generados por causas naturales y por causas antrópicas, dentro de las cuales se encuentran descuidos, negligencia, accidentes y, sobre todo, las quemas agrícolas, con lo cual su magnitud y escala suelen ser más intensas (Zuluaga, 2001). Las quemas como práctica agropecuaria están arraigadas culturalmente en algunas zonas del país; por ejemplo, en los páramos y en las sabanas del Vichada y Casanare se usan para la renovación de rebrotes con fines de pastoreo de ganado vacuno, afectando grandes extensiones e impactando los componentes de los ecosistemas allí presentes. En zonas cañeras de Cundinamarca se realizan como parte de la preparación de sus tierras. En la Costa Atlántica, el Chocó y los Llanos Orientales se utilizan para la caza.

Aunque los incendios naturales pueden ser parte de la dinámica del sistema en algunos bosques, los incendios causados por el hombre pueden causar pérdidas dramáticas en ecosistemas susceptibles como los bosques húmedos tropicales. Los incendios aumentan su frecuencia e intensidad por las altas temperaturas en épocas de verano y con mayor intensidad cuando hay presencia del fenómeno de El Niño (Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas, 2002).

En el informe de la implementación del sistema de información estadística forestal para Colombia, Anzola y González (2003) muestran que entre 1986 y 2002, el departamento más afectado por incendios en ecosistemas naturales fue el Cesar, seguido por Meta y Cundinamarca. A su vez, en el informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia (IDEAM, 2004), se reporta que los ecosistemas más afectados por incendios entre los años 2000 a 2003 fueron sabanas y pastizales, en especial en 2002 con 56.946 hectáreas, seguidos por bosques y páramos. Según el Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas (PNPCIFRA) se reportaron 14.492 eventos de incendios con afectación cercana a 400.788 hectáreas entre 1986 y 2002.

Durante el período comprendido entre 2001 y 2005 fueron afectados los Parques Nacionales Naturales de la Macarena, Nevados, Sumapaz, Galeras, Chingaza, Pisba y en el Santuario de Fauna y Flora Iguaque. La Dirección de Gestión del Riesgo y el IDEAM reportaron que de 2002 a 2007 se presentaron 6.193 eventos, que afectaron un total de 273.437,5 hectáreas, entre diferentes tipos de coberturas; y para el primer semestre de 2010 se afectaron 65.744 hectáreas, principalmente en los departamentos de Arauca (22.056 hectáreas), Casanare (12.278 hectáreas) y Cundinamarca (6.927 hectáreas). Aunque valiosa, la anterior información evidencia cómo los efectos de los incendios son medidos solamente en términos de área afectada en general o por ecosistema. Los efectos directos del fuego sobre los ecosistemas y su funcionamiento han sido poco evaluados, al igual que sus efectos sobre la biodiversidad (Santamaría *et al.*, 2005).

## DISTURBIOS DE ORIGEN NATURAL

Entre los principales disturbios naturales se encuentran las inundaciones, deslizamientos, vulcanismos, incendios, huracanes, tormentas, lluvias y vientos fuertes, heladas, sequía y procesos erosivos, los disturbios producidos por animales y los fuegos naturales.

Los huracanes y las tormentas tropicales están considerados entre los agentes naturales de perturbación más frecuentes y de mayor impacto en los ecosistemas marinos y costeros (Blasco, 1984; Rogers *et al.*, 1990; van Tussenbroek, 1994; Scheffer *et al.*, 2001). En la región Caribe en particular, los huracanes han afectado notablemente ecosistemas claves como los arrecifes coralinos (Brown, 1997; Buddemeier *et al.*, 2004; Gardner *et al.*, 2005), provocando pérdidas de cobertura coralina viva (hasta del 50%) y alteraciones en el crecimiento, zonación y estructura (Woodley *et al.*, 1981; Hughes, 1994; Rogers 1997; Trembl *et al.*, 1997). También se han registrado daños sobre los manglares y las praderas de pastos marinos (van Tussenbroek & Rogers 1993, 1994; Roth, 1997; Ross *et al.*, 2001; Salazar-Vallejo, 2002). Según el informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros (2008), es una problemática que se ha incrementado en los últimos años y ha puesto en riesgo la calidad de vida de las poblaciones costeras por la afectación de la infraestructura física y de las actividades productivas.

Los impactos ocasionados por los huracanes en los ecosistemas marinos están asociados a los fuertes vientos, ya que estos modifican la dinámica del agua y generan un incremento significativo en la intensidad y frecuencia del oleaje (Stoddart, 1985; Brown, 1997; Salazar-Vallejo, 2002). Los impactos del coletazo del huracán Lenny en 1999 en las estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos y manglares de la bahía de Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona) incluyeron una pérdida de la cobertura coralina viva cercana al 4%, un aumento de 20 veces las tasas de sedimentación en los arrecifes y un incremento en la producción de hojarasca del manglar superior al doble del promedio (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003). Parte del deterioro del complejo arrecifal de San Andrés ha sido atribuido a la acción de tormentas y huracanes (Bernal *et al.*, 1994), mientras que la notable y reciente colonización de sustratos arrecifales (v.g. de fragmentos muertos de *Acropora palmata* por la esponja *Cliona tenuis*) ha sido mediada por eventos como tormentas o huracanes en las Islas del Rosario y San Andrés (López-Victoria y Zea, 2004, 2005). Según los registros históricos de huracanes cerca del área de San Andrés y Providencia, entre 1918 y 1988 se presentaron siete huracanes, siendo “Hattie” (1961) y “Joan” (1988) los de mayor impacto (Geister, 1992).

Dentro de las perturbaciones naturales se encuentran las sequías, definidas como los fenómenos que se producen naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras<sup>16</sup>. Teniendo en cuenta la Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD por sus iniciales en inglés), Colombia catalogó al bosque seco tropical y al bosque muy seco tropical como ecosistemas prioritarios para la conservación y restauración, debido a su alto grado de fragmentación y degradación.

---

<sup>16</sup> CLD, Glosario de lucha contra la desertificación. <http://www.unccd.int/knowledge/glossary.php>

## IMPULSOR 2: INVASIONES BIOLÓGICAS

Las invasiones biológicas pueden afectar todos los componentes del ecosistema, en especial la riqueza de especies de flora y fauna nativas y han sido reconocidas como la segunda causa global de pérdida de biodiversidad (Vitousek, 1994; Vitousek et al. 1997; Everett, 2000; Wilcobe et al., 1998, citados por MADS, 2012), ya que pueden causar impactos que van desde suprimir poblaciones nativas hasta alterar funciones de los ecosistemas tales como el ciclaje de nutrientes. Sin embargo, reconociendo que especies foráneas pueden ser introducidas y manejadas adecuadamente en el país, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible por medio de las resoluciones 848 de 2008 y 207 de 2010, declaró algunas especies exóticas como invasoras y señaló las especies introducidas irregularmente al país.

De las especies introducidas en Colombia, identificadas preliminarmente como exóticas, 17 se encuentran en el listado de las 100 más invasoras según el Grupo de Especialistas de Especies Invasoras (ISSG por sus iniciales en inglés) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN (Lowe et al., 2004). A la fecha se cuenta con 2.159 registros/ocurrencias de especies invasoras en la base de datos I3N Colombia<sup>17</sup>, los cuales varían en cuanto a la precisión, pues en algunos sólo se menciona el departamento como referencia, mientras que en otros se puede encontrar información específica que hace referencia a las localidades exactas. Según la Guía de especies introducidas marino-costeras de Colombia (MADS, 2011), existen 16 especies invasoras identificadas hasta la fecha que pertenecen a macroorganismos, entre las que se encuentran el alga *Kappaphycus alvarezii*, los corales *Carijoa riisei* y *Tubastraea coccinea*, el poliqueto *Alitta succinea*, los bivalvos *Electroma* sp., *Corbicula fluminea*, *Perna perna* y *Perna viridis*, los crustáceos *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* y *Rhithropanopeus harrisii* y los peces *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus*, así como el recientemente registrado *Pterois volitans*. La mayoría de estas especies provienen de la región del Indo-Pacífico y del mar Mediterráneo (Gracia et al., 2009).

Uno de los casos más representativos es el retamo espinoso *Ulex europaeus*, una de las especies más invasivas que se registra en áreas urbanas y transformadas, introducido presumiblemente en la década de los 50 como cerca viva y control de zonas erosionadas (Jardín Botánico de Bogotá, 2005). Sin embargo, debido a su capacidad para reproducirse sexual y vegetativamente, su capacidad pirogénica y a que tiene un banco de semillas perdurable, ha causado impactos negativos sobre la biodiversidad, desplazando especies nativas de plantas y animales, compitiendo con otras especies e invadiendo áreas extensas (Jardín Botánico de Bogotá, 2005). Otro ejemplo de afectación por invasiones biológicas son las especies nativas de los ríos Magdalena y Sinú, como el bocachico (*Prochilodus Reticulatus*), que ha disminuido su población drásticamente pasando de producir 45.000 a 3.000 toneladas al año en el río Magdalena, debido a la introducción de tilapia roja (*Oreochromis* sp), que tiene una tasa y un tiempo de reproducción más alto que el bocachico, no tiene depredadores, es más resistente a la contaminación y a los bajos niveles de oxígeno y es menos vulnerable a los cambios ambientales.

De otra parte, es importante mencionar que no sólo las especies exóticas tienen capacidad invasiva; una especie nativa también puede convertirse en invasora cuando se desborda su población. En el caso de la vegetación acuática se pueden acelerar dramáticamente procesos de terrización, sedimentación y eutrofización por sobrepoblación de la especie *typha* o espadaña que, a pesar de ser nativa, puede llevar a la desecación de un sistema acuático deteriorado.

---

<sup>17</sup> <http://ef.humboldt.org.co>

### IMPULSOR 3: SOBREEXPLOTACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS

La sobreexplotación de fauna y flora silvestre se caracteriza por el aprovechamiento indiscriminado de una gran cantidad de individuos que hacen inviables a las poblaciones de fauna y flora (MAVDT, 2010). Los grupos sobreexplotados son las especies arbóreas, los invertebrados marinos y los peces (Noss 2001; Brashares *et al.*, 2004; MEA, 2005). En Colombia, la sobreexplotación es causa de extinción de especies, dada la gran presión que se da sobre las plantas, peces, aves, reptiles y mamíferos. Especies vegetales como el abarco (*Cariniana pyriformis*) y el garcero o cañagria (*Licania arborea*) están amenazados por sobreexplotación maderera, dado su alto valor para construcciones (Cárdenas, 2007). En relación con la fauna, Mojica *et al.*, 2002 estiman que el volumen de capturas de bocachico (*Prochilodus magdalenae*) ha descendido en un 90% en el período 1977-2002, lo que indica que las poblaciones disminuyeron de forma acelerada. El bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) es otro pez sometido a una fuerte presión pesquera, por su alta demanda comercial (Mojica *et al.*, 2002). En algunos sistemas marinos, la biomasa de peces que son objeto de captura directa se redujo entre el 90 y el 99% con respecto a los niveles anteriores a la pesca preindustrial. Según el Informe sobre la Pesca y la Acuicultura de los años 2006 y 2007, elaborado por la Corporación Colombia Internacional - CCI, en el periodo comprendido entre 2000 y 2006 la pesca tuvo una disminución del 2%, mientras que la acuicultura creció en el mismo periodo en 13% (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER y CCI 2008). La disminución porcentual no da cuenta clara del fenómeno, cuando se presenta agregada, debido a tres situaciones: a) el estado diferente del comportamiento de la pesca entre ríos, b) las tendencias al cambio de presión sobre las especies, como resultado de la sobrepesca, sin que los volúmenes se alteren, y c) la mezcla de datos de pesca de especies nativas y exóticas, así como de pesca y acuicultura. Ejemplo de lo anterior es la pesca en el río Magdalena que ha experimentado una disminución en las capturas al pasar de 79.000 toneladas por año en 1973 a 6.044 toneladas en 2006 (INCODER-CCI, 2008).

### IMPULSOR 4: CONTAMINACIÓN

El acelerado crecimiento poblacional y económico está directamente asociado al incremento en las tasas de urbanización e industrialización, aumentando las tasas de contaminación del suelo y del agua. Dentro de los principales contaminantes se encuentran el derrame de hidrocarburos, en especial de petróleo, las fumigaciones y aspersiones de productos para erradicación de cultivos ilícitos, los vertidos municipales e industriales orgánicos, los detergentes y fertilizantes agrícolas, los residuos industriales (como metales pesados o petróleo), y los vertimientos humanos producidos por la actividad doméstica; todos los cuales causan serios daños ecológicos a los ecosistemas y, en general, a los sistemas de aguas dulces, marinos y costeros (Chaves y Santamaría, 2006).

El inadecuado manejo de residuos líquidos y sólidos y el agotamiento de las aguas subterráneas asociados a áreas urbanas y zonas de alta actividad agrícola e industrial como Sincelejo, Corozal, Morroa y Bogotá, han dejado enormes pérdidas ambientales, económicas y sociales. El uso indiscriminado de agroquímicos y la distribución de combustibles han contaminado extensas zonas de acuíferos en Tolima, Bogotá y Cesar, donde se han detectado compuestos orgánicos tóxicos para la salud humana. El uso de plaguicidas en cultivos de banano, palma africana, pastos, arroz, algodón, caña de azúcar, flores, papa, coca y amapola, ha afectado principalmente las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca, las ciénagas de Zapatosa y Grande de Santa Marta, las cuencas alta y media del río Meta, de los ríos Saldaña y Coello, y baja y media del río Cesar, humedales del altiplano cundiboyacense y cuerpos de agua del Amazonas (Escobar, 2002). De igual manera, la utilización de pesticidas en las zonas agrícolas próximas a áreas de manglar en las zonas bananeras de Ciénaga (Magdalena) y el Urabá, la zona arroceras de la Ciénaga de la Virgen (Cartagena) y el delta del Río Sinú, la zona de palma africana en Turbo y la de coco en el Chocó, ha afectado considerablemente los manglares y estuarios asociados. Los vertimientos de hidrocarburos en zonas portuarias (áreas de Tumaco y Cartagena), de metales pesados (Al, Cr, Hg, Zn)

provenientes de actividades industriales, mineras, agrícolas y portuarias, al igual que de aguas eutrofizadas por parte de camaroneras y de aguas a temperaturas elevadas, han contribuido al deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas de manglar y sus estuarios, lagunas costeras, ciénagas y ríos asociados (Prahl *et al.*, 1990; Botero y Mancera-Pineda, 1996).

La contaminación por aguas servidas en la Bahía de Santa Marta, San Andrés y Cartagena, producto de las descargas de los alcantarillados de las ciudades costeras y del interior, ha generado incrementos en los niveles de nutrientes, sedimentación y turbidez (Werding y Köster, 1977, 1995; Zea, 1994; Aerts y Soest, 1977). Estas consecuencias son también generadas por dragados, extracción de minerales y relleno de playas, que afectan directamente a los arrecifes de las Islas del Rosario (Alvarado y Corchuelo, 1992), Santa Marta, Parque Tayrona, San Bernardo, Isla Fuerte (Díaz *et al.*, 1996), Ensenada de Utría (Vargas-Angel, 1996) y la zona de manglar del Canal del Dique (Viña, 1989).

### IMPULSOR 5: CAMBIO CLIMÁTICO

Los impulsores de transformación rara vez operan de manera independiente, más bien ocurren de manera sinérgica. El **cambio climático**, que puede ser entendido actualmente como un gran impulsor de cambio para los ecosistemas naturales, ha sido analizado como una causa adicional de pérdida de biodiversidad, sin embargo su impacto global ocurre de una manera tan drástica, que actúa como un acelerador de todos los otros impulsores descritos y genera sinergismos que amenazan la estabilidad de todos los sistemas. En la actualidad existe consenso mundial sobre el impacto que está causando el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), sobre el sistema climático de la Tierra y se tiene certeza de que el aumento de GEI desde la época preindustrial se debe a las actividades humanas, con consecuencias para el clima y para todos los sistemas biofísicos del planeta. El aumento previsto de 1°C en la temperatura global, como consecuencia del aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico traerá consecuencias desfavorables para el planeta y la vida en la Tierra. Aunque los cambios climáticos han sido una constante en la historia del planeta, la amenaza derivada del cambio climático actual está dada por los altos niveles de gases de efecto invernadero generados por la humanidad, a causa de sus procesos industriales y productivos.

Los sistemas naturales y humanos funcionan de manera acoplada a las fluctuaciones climáticas que se dan en diferentes ciclos, diarios, anuales, etc. Estos cambios provocan la alteración en los sistemas ecológicos, que deben responder, reorganizarse y adaptarse en estas nuevas condiciones<sup>18</sup>. Los escenarios del Cambio Climático Global dan una idea de las alteraciones de las variables climáticas, mostrando de manera general un aumento de la temperatura y una variabilidad alta de la precipitación, un cambio en el régimen de lluvias y, en consecuencia, de la hidroperiodicidad de los ecosistemas.

El Plan Nacional de Restauración se constituirá en un insumo de gran importancia para el análisis integrado de la vulnerabilidad de los sistemas biofísicos y para la búsqueda de patrones en restauración, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas que han sido priorizadas como relevantes en procesos de adaptación al cambio climático, brindando específicamente información de especies aptas para restauración que no sólo

---

<sup>18</sup> Tomado de: Lorena Franco Vidal. Gestión de la biodiversidad frente al Cambio Climático Global en el territorio Colombiano. Propuesta para un enfoque conceptual.

cumplan su función en la recuperación de las áreas, coberturas y ecosistemas, sino que sean útiles en los procesos de almacenamiento y captura de CO<sub>2</sub>.

**LAS ETAPAS DE UN PROYECTO DE RESTAURACIÓN**

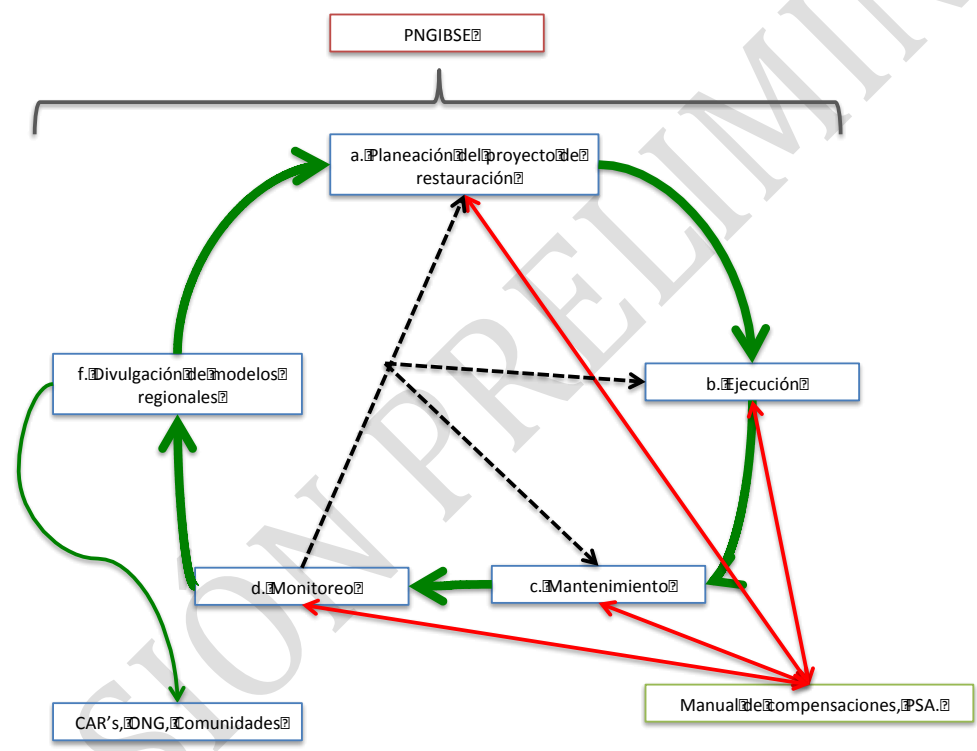


Figura 2. Etapas indispensables en un proyecto de restauración. Las flechas verdes ilustran el proceso en sus cinco pasos principales y la retroalimentación regional; las flechas punteadas indican el proceso de monitoreo, que se desarrolla simultáneamente a los primeros tres pasos (manejo adaptativo); las flechas rojas indican posibilidades de financiación para las distintas etapas del proyecto. FUENTE: Adaptado de LERF, 2010.

**a. Planeación del proyecto de restauración**

Tradicionalmente la investigación en la restauración ecológica se ha realizado a una escala diferente de la escala de paisaje y planea tratamientos de restauración a escalas pequeñas (Battin y Sisk, 2003). Se debería considerar en cualquier proyecto de restauración ecológica una mirada holística que involucre diferentes escalas espaciales, niveles de organización y diversas disciplinas dentro de un marco específico (Herrmann y Osinski, 1999).

Es importante considerar que para los procesos de gestión y planeación ambiental se consideran las interrelaciones entre los diferentes componentes del paisaje, las actividades humanas y la calidad ecológica del



mismo (Herrmann y Osinski, 1999), como bases fundamentales para el entendimiento de los patrones espaciales históricos, actuales y las aproximaciones de futuros escenarios, con el fin de elaborar estrategias adaptativas que permitan el desarrollo de procesos sostenibles tanto a escalas locales como regionales. Este tipo de planeación se basa en modelos a múltiples niveles y su interacción genera retroalimentación que muchas veces es clave para considerarse en las actividades de restauración (Twilley *et al.*, 1998)

Para integrar estas aproximaciones sociales, ecológicas y económicas en los procesos de restauración, y debido a la alta demanda por parte de los gestores y la comunidad en general, se hace necesario utilizar puentes que comuniquen de manera técnica, científica y social el desarrollo de estos procesos. Por esta razón, el análisis espacial se convierte en un eje clave para la apreciación de temas científicos, los requerimientos de las políticas ambientales, y la toma de decisiones por parte de los propietarios de las tierras y la comunidad en general.

Adicionalmente, el análisis del paisaje en la restauración permite incorporar extensos problemas que involucran conceptos como la integridad y que requieren de la recopilación de mucha información de diferente naturaleza y distintas escalas (Reynolds y Hessburg, 2005). Este factor es importante, ya que es necesaria la formulación de estrategias que den respuestas a la problemática a tratar para propiedades específicas de cada nivel y a diferentes escalas. Una de las herramientas más usadas en estos casos son los sistemas de información geográfica, por su alta eficiencia al integrar diferentes tipos de información que pueda ser analizada, visualizada y proyectada hacia el futuro (Herrmann y Osinski, 1999).

Las herramientas más comunes en los análisis espaciales a nivel local son las evaluaciones de campo y experimentos *in situ*, con el fin de identificar cambios a nivel de estructura. En contraste, a nivel de paisaje, se usan métodos basados en sensores remotos y sistemas de información geográfica, con lo cual se evalúa la composición espacial (Aguar *et al.*, 2011). Desde una perspectiva del paisaje, la restauración debe considerar factores como los arreglos espaciales de unidades del paisaje, atributos que conectan o separan poblaciones, el movimiento o dispersión de organismos, los efectos entre hábitats adyacentes, y la interacción de procesos ecológicos que operan a diferentes escalas (Battin y Sisk, 2003). Así mismo, se considera la reconstrucción multitemporal de los regímenes históricos de disturbios, ya que los patrones actuales de los atributos del paisaje corresponden específicamente a respuestas en la dinámica pasada y actual de uso (Reynolds y Hessburg, 2005). El anexo 5 muestra diferentes técnicas usadas en restauración desde la escala de paisaje, en las que se puede integrar el componente de participación comunitaria.

Bajo el enfoque de paisaje, el Plan Nacional de Restauración adelanta la priorización de áreas para restauración a escala nacional (1:100.000), a partir de la realización de estudios y de la elaboración de propuestas de zonificación que fundamenten la toma de decisiones y generen lineamientos y directrices de manejo. La zonificación de las áreas disturbadas del país contribuirá a incentivar la restauración y el manejo de dichas áreas en el marco del desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la participación activa de las comunidades locales y de las instituciones en el proceso de zonificación y logrando orientar los planes, programas y proyectos planteados, en función de garantizar los beneficios de la ordenación y el manejo de los recursos. Cabe anotar que es muy importante que, desde las Corporaciones Autónomas, se adelanten esfuerzos de priorización de áreas de conservación y restauración a escalas regionales semi-detalladas y detalladas 1:25.000 y 1:5.000 respectivamente, ya que la escala nacional es orientativa y no da el nivel de detalle de las necesidades regionales.

Las áreas definidas para restauración, rehabilitación y recuperación por el PNR serán incorporadas en los instrumentos de planificación del territorio, tales como planes de ordenamiento y manejo de cuencas

(POMCA's), planes de ordenamiento territorial (POT's), y planes generales de ordenación forestal (PGOF's), entre otros; así mismo en la gestión a los planes de acción de las corporaciones, de gestión ambiental regional (PGAR), de gestión ambiental sectorial y de desarrollo regionales y locales, entre otros.

## **B. EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN**

### **TIEMPOS DE EJECUCIÓN**

El tiempo de un proceso de restauración está definido por una serie de factores ecológicos, económicos y sociales que convergen en un momento y un espacio determinados. El nivel de deterioro o degradación del ecosistema afectado, el tipo, escala e intensidad de la perturbación, la resiliencia del ecosistema, los factores tensionantes y limitantes del sitio, la voluntad política de los tomadores de decisión, y los recursos económicos disponibles para la ejecución de las obras son los principales factores que determinan la duración de un proceso de restauración.

Como mínimo, se debe garantizar la implementación de las estrategias de restauración definidas en el Plan Básico de Restauración (PBR) con mantenimiento y seguimiento al menos trimestral durante el primer año, y el mantenimiento de los objetivos del proyecto durante dos o tres años más. En cuanto al monitoreo a la restauración, este se debe realizar durante todo el proyecto en su etapa de ejecución, y articularse con la Estrategia Nacional de Monitoreo a la Restauración, liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se tendrá entonces información veraz y actualizada periódicamente que dé cuenta del proceso de restauración, con la aplicación de un programa de evaluación y seguimiento. Es necesario que la toma de datos sea estandarizada y continua a través del tiempo, y que esté disponible para otros proyectos o investigaciones. El programa de monitoreo, en el marco de la Estrategia Nacional de Monitoreo a la Restauración Ecológica, se llevará a cabo por lo menos durante cinco años, y en los casos que sea posible se considerará el monitoreo de las variables a largo plazo (más de 10 años).

Según sus objetivos y metas propuestas, un proyecto de restauración puede ejecutarse por medio de una o varias fases en el tiempo, por lo que es muy importante definir tales aspectos desde el momento de la planificación.

Otra circunstancia que debe tenerse en cuenta para la estructuración de proyectos de restauración es la armonización de los aspectos técnicos, contractuales y financieros desde el punto de vista de la planificación que deben efectuar las entidades responsables de la implementación del PNR.

Finalmente, para los proyectos de restauración que son producto de compensaciones por pérdida de biodiversidad, el tiempo de duración será como mínimo la vida útil del proyecto (Resolución 1517 de 2012).

### **ALGUNAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN DE USO COMÚN**

Se debe buscar siempre que las estrategias empleadas sean sencillas, prácticas, de fácil aplicación, económicas, de efectos verificables, y efectivas desde lo biológico y lo socioeconómico. Las estrategias de restauración diseñadas y establecidas tienen tres objetivos principales: incremento y mejoramiento del hábitat, incremento de la conectividad, y conservación de la biodiversidad; algunas de las estrategias comúnmente usadas son:

Encerramiento del bosque

Tiene como propósito disminuir el impacto producido por el ganado en el interior del bosque, ya sea por apertura de caminos, compactación o por consumo o pisoteo de semillas y plántulas. Se recomienda usar cerca con cuatro hilos de alambre de púas calibre 12 y postes vivos con algunas especies locales.

#### Enriquecimiento (Adensamiento) y suplementación del bosque

En ocasiones donde el disturbio ha reducido al mínimo la presencia de cobertura natural es necesario incluir una densidad suficiente de especies en las zonas afectadas, ya que se ha perdido la capacidad para colonizar. En éstos casos siempre se debe priorizar la inclusión de especies nativas del ecosistema, e incluso de la región, a restaurar y se deben usar distancias de siembra cortas (2 X 3 m), las densidades de siembra deben ser altas (i.e. 1666 pl/ha o superior) y siempre buscando la mayor diversidad posible (algunos proyectos a escala global usan de 40 a 80 especies locales diferentes, y siempre combinando especies de crecimiento rápido (pioneras), con las de crecimiento lento, se debe priorizar el uso de material vegetal local mediante el fortalecimiento de la cadena productiva en viveros comunitarios, cabe anotar que esto aplica a sistemas forestales, aún debemos avanzar en estrategias para otros ecosistemas, como sabanas y humedales, entre otros.

#### Conectividad a través de cercas vivas

Las cercas vivas favorecen notoriamente la movilidad de algunas especies de fauna. En sistemas altamente transformados el papel de las cercas vivas es clave, pues para muchas especies de aves y murciélagos son los únicos puntos de descanso en travesías largas, así mismo se constituyen en una ruta segura para muchas especies y su uso como perchas promueve la germinación de semillas bajo la copa de los árboles.

Por lo general, la mayoría de las plántulas resultantes de las semillas dispersadas en las cercas son eliminadas, excepto aquellas que germinan bajo la línea de la cerca, que al desarrollarse fortalecen las cercas y son dejadas allí. Se propone el establecimiento de cercas vivas en aquellos sectores en los que no existen y el fortalecimiento en sectores en los que se han perdido; las especies propuestas son las mismas que para los encerramientos, además de las que son recomendadas por los propietarios, por lo general son de rápido crecimiento y en algunos casos rebrotadoras.

#### El rescate como estrategia de conservación de especies amenazadas y especies claves

El rescate de plántulas ha mostrado ser una estrategia de gran importancia en la conservación de especies amenazadas y especies con problemas de propagación, sin embargo su papel no se restringe a estos grupos, pues es también de importancia en el manejo de plántulas de especies pioneras ubicadas en lugares poco apropiados o creciendo en grandes concentraciones bajo la copa de los árboles parentales o bajo las perchas de aves y mamíferos.

#### Establecimiento de barreras

El establecimiento de barreras busca disminuir los efectos de borde y facilitar la recuperación de la parte interna de los bordes de los bosques. Una barrera densa de árboles y arbustos nativos puede tener un efecto positivo al frenar corrientes de aire y disminuir los impactos sobre los bordes por radiación, incrementos de temperatura, lavado de nutrientes, erosión y compactación, entre otros. De igual manera permite que el interior del fragmento se recupere, y que fuentes de recursos para ganado (pasto, otras plantas consumidas) sean reemplazadas por otro tipo de especies de forraje.

El establecimiento de barreras en los bordes tiene efectos rápidos dependiendo de las especies empleadas, por lo que las especies pioneras son un grupo clave al mezclarlo con especies arbóreas capaces de soportar alta

radiación. En algunos casos se pueden establecer barreras con especies maderables, lo cual se constituye posteriormente en una fuente de madera.

#### Establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua

El grado de fragmentación actual de los ecosistemas dificulta el restablecimiento de conectividad entre la mayoría de los fragmentos. El mecanismo más viable para restablecer alguna conectividad en muchos ecosistemas es a través de las franjas riparias de los ríos. Se proponen acciones rápidas que permitan el encerramiento y mejoramiento del hábitat en estos corredores riparios que son importantes para permitir niveles de conectividad y oferta de recursos apropiados.

#### Redistribución de plántulas

Son varias las razones para que en los bosques se produzcan concentraciones de plántulas bajo la copa de los árboles: una de las más importantes es la desaparición o disminución de la presencia de dispersores; las semillas y frutos, especialmente los más grandes, se depositan bajo la copa de los árboles creando grupos de plántulas entre los que uno o muy pocos logran sobrevivir. En otros casos estas concentraciones de plántulas son el resultado de semillas dispersadas en grandes cantidades bajo las perchas de aves o mamíferos. Otra razón para la alta acumulación de plántulas es que las cantidades de frutos producidos son muy altas y la capacidad de consumo de la fauna no es tan grande, los frutos y semillas sobrantes logran germinar en grandes cantidades.

Sin embargo toda esta oleada de nuevos propágulos no llega a convertirse en plántula, pues muchas semillas son depredadas luego de su dispersión primaria por roedores, insectos o microorganismos; las plántulas resultantes están sujetas al azar del ambiente, a la depredación y a la competencia. Al final solo unos pocos, los más vigorosos o los mejor ubicados logran sobrevivir.

En el caso de especies que pueden ser consideradas claves en procesos de restauración y conservación el manejo de plántulas o juveniles es definitivo, pues puede representar en muchos casos la única alternativa para la obtención de plantas. Una revisión detallada de la distribución de las plántulas y juveniles de las especies claves puede ser de importancia para definir estrategias de repoblamiento, enriquecimiento y rescate a través del movimiento de plántulas y juveniles dentro del mismo bosque. Esta herramienta busca el enriquecimiento del bosque a través del trasplante de individuos de especies claves dentro del mismo bosque, logrando una mejor distribución y evitando tasas de mortalidad por competencia. Las plántulas o juveniles son extraídos con un bloque de tierra y luego llevados a un sitio de similares condiciones dentro del bosque, su supervivencia depende de la calidad del proceso, por lo que es importante un buen entrenamiento en la extracción y un buen reconocimiento de las especies, nunca deben trasplantarse un porcentaje elevado de plántulas de una misma zona ya que el efecto sobre la población puede ser negativo.

#### Restauración Pasiva en páramos

La eliminación o disminución de disturbios como la agricultura y el pastoreo por sí sola, permite la recuperación de la vegetación de las comunidades naturales del páramo, con las especies típicas de los diferentes estratos y hábitos, como lo han confirmado observaciones en páramo en la cordillera Oriental, donde Jaimes y Sarmiento (2002), concluyeron que se requiere de al menos 12 años de eliminación de dichos disturbios, para recuperar una parte significativa de la vegetación típica del páramo (Vargas *et al.*, 2012).

#### Siembra de *Lupinus bogotensis* como facilitadora del crecimiento y supervivencia de *Espeletia grandiflora* y macollas de pajonal

Se encontraron resultados positivos al implantar esta estrategia, puesto que la supervivencia de *E. grandiflora* siempre fue superior al 75% y la tasa de crecimiento fue aumentando con el tiempo, mientras que la supervivencia de las macollas de pajonal fue del 100%. Aunque la mortalidad de los individuos de *E. grandiflora* aumentó con el tiempo, aquellos que sobrevivieron lograron un mayor crecimiento con el paso de los meses, lo cual podría ser un efecto positivo, consecuencia de la vecindad con la especie leguminosa fijadora de nitrógeno. También se observó un incremento significativo en todos los elementos mayores del suelo, después de 18 meses de observación, lo cual significa que la siembra de *L. bogotensis* también fue benéfica para que otros elementos, además del nitrógeno, estén disponibles para las especies vecinas, lo cual es fundamental para la recuperación de la cobertura vegetal de la zona disturbada (Vargas *et al.*, 2012).

#### Restablecimiento del régimen hidrológico en humedales

Lograr la restauración o rehabilitación de un humedal requiere en primer lugar del restablecimiento del régimen hidrológico, lo cual depende de actividades que consisten principalmente en eliminar obras de infraestructura que impidan el flujo de agua al humedal, o tubos y canales que drenan el agua de este. Sin embargo, la regulación hídrica del humedal también se relaciona con actividades de control de la entrada de sedimentos, residuos sólidos y flujos contaminantes y la reconfiguración geomorfológica del sitio.

El régimen hidrológico puede recuperarse de manera indirecta si se controla la calidad del agua a partir de las concentraciones de nutrientes, la explotación de acuíferos y manantiales abastecedores y se mantiene la cobertura vegetal en las partes altas de las cuencas. Dado que el aporte de sedimentos está relacionado con el régimen hidrológico, en ocasiones es necesario construir gaviones o estructuras de retención de suelo. En otros casos se deben quitar las presas que retienen el sedimento o construir playas y dunas protectoras (Vargas *et al.*, 2012).

#### Reconstrucción de la estructura física del hábitat en humedales

Otro de los factores relacionados con el ambiente físico es la restitución de la microtopografía del sustrato, que determina la variación de factores como el potencial de oxidoreducción y temperatura, y/o la distribución y establecimiento de las especies. Las especies vegetales de los humedales son susceptibles a variaciones pequeñas en el relieve del sustrato, en escalas de centímetros a metros (Collins *et al.*, 1982; Titus, 1990). La reconformación física del humedal involucra técnicas de empleo de maquinaria y manuales, para estabilizar la geoforma y al mismo tiempo propiciar la heterogeneidad en el relieve (Vargas *et al.*, 2012).

Se recomienda consultar el documento “Guías para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia” (Anexo 9), el cual presenta una completa descripción de acciones de restauración a ejecutar en los diversos ecosistemas terrestres, acuáticos y costeros del país.

### **C. MANTENIMIENTO DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN**

El mantenimiento es un conjunto de actividades determinantes para el éxito y la sostenibilidad de un proyecto de restauración. Las técnicas de restauración son diversas e incluyen desde labores biomecánicas de estabilización de suelos hasta revegetación de áreas con pérdidas de cobertura, por lo cual el mantenimiento de los proyectos de restauración dependerá del tipo de estrategia implementada. A modo de ejemplo, se presenta a continuación una estrategia de mantenimiento para la técnica de revegetación:

#### **MANTENIMIENTO DE ÁREAS REVEGETADAS**

### 1. Eliminación de las plántulas de especies invasoras o de alta densidad y muy competitivas 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 reclutarán después de la repoblación forestal. Esta operación consistirá en arrancar manualmente y de raíz las plántulas de 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 el área que planteó la meta del proceso de restauración (Aguilar-Garavito, 2010).

### 2. Deshierbe y rozas de matorral

Estas operaciones no son necesarias en caso que la vegetación que se está reclutando sea la vegetación que se desea reclutar o si se encuentra en densidades excesivamente bajas o en caso que dicha vegetación presente un crecimiento lento. Caso contrario sería las condiciones con pastos o invasoras, lo cual se explicó con anterioridad.

En algunos casos especiales y a los pocos años de la repoblación se pueden producir situaciones que comprometan el material plantado (supervivencia, crecimiento), por competencia o por riesgo de incendio (Serrada, 2000). En aquellos lugares secos y donde se formen herbazales muy densos y con alta concentración de necromasa, para evitar incendio y competencia hídrica, se pueden aplicar binas o gradeos sobre las calles formadas por las filas de la plantación o de los módulos de la plantación. Las pendientes donde se realice esta labor deberán ser menores del 20% y estarán limitadas por rocas (Serrada, 2000).

En climas húmedos, sin periodo fuerte de sequía y donde el suelo ha tenido preparación intensa, se produce un gran desarrollo de herbáceas vivaces y enredaderas, las cuales generan alta competencia a nivel aéreo y subterráneo. Para manejar lo anterior se sugiere realizar escardas de la siguiente manera: 1) Manualmente se cava con un azadón alrededor de cada planta haciendo un plateo y se eliminan las herbáceas y enredaderas; y 2) Aplicando herbicidas selectivo, preferiblemente orgánicos, con aparatos de aspersión de espalda (Serrada, 2000).

En otros casos de climas húmedos y cuando se ha aplicado por cualquier caso un desbroce por roza a un matorral rebrotador (pastos, chusque, helecho marranero o invasoras herbáceas o leñosas), se produce por lo general extremado crecimiento del matorral que compite por agua, nutrientes y luz. En ese caso se procede a hacer desbroces por roza para reducir esta competencia. Se recomienda hacer por fajas entre las filas de la plantación, por los bordes de los marcos de plantación o puntuales alrededor de cada planta. Se realizan de la siguiente manera: manualmente con machetes o mecánicamente con motodesbrozadoras, desbrozadores de cadenas, guadañas o con un disco desbrozador montado sobre un brazo hidráulico movido por un tractor (Serrada, 2000).

### 3. Reposición del material plantado muerto

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 material vegetal muerto es la siguiente:

- a) *Porcentaje admisible de materia vegetal muerto*: 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 material vegetal muerto del 10% para el primer y segundo año.
- b) *Edad admisible*: El material vegetal muerto 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 podrán reponer hasta el segundo o tercer año de la plantación como máximo. En todo caso la reposición de material vegetal 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. Igualmente para evitar que si la causa de la muerte fue una mala condición edáfica, se vuelva a repetir el daño.
- c) *Evaluación de material vegetal muerto*: 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 los formatos de campo propuestos para tal fin, los cuales se deben detallar en el documento del *monitoreo*.
- d) *Época para evaluar el material vegetal muerto*: se deberá realizar en el mes de diciembre siguiente a la plantación, o antes que inicie el período de máxima sequía. Esto para evitar que una sequía anormal de un valor superior al esperado.
- e) *Inventario de material vegetal muerto*: 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.

#### 4. Realce o aporcamiento

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).

#### 5. Podas

Hace referencia a podas de guiado o podas de precoces. Tienen por objeto favorecer la dominancia apical de un solo tallo principal, se ejecutan al año siguiente a la plantación y consisten en la supresión de tallos dobles y en cortar la punta de las ramas laterales de gran desarrollo próximas al tallo principal. Otro tipo de poda se aplica a los tres y seis años, para aquellas especies que producen un desarrollo excesivo de ramas laterales y que pueden reducir la dominancia del tallo principal. Para lo anterior se corta con una tijera los dos denticulos inferiores de la planta en una poda cuidadosa cuando esta cumple el periodo indicado inicialmente (Serrada, 2000).

Otro caso de poda es cuando al cabo de un par de años la esbeltez del tallo principal es tan grande que se dobla de forma natural. Este problema se puede resolver cortando el tallo principal a un tercio de su altura, lo cual induce una nueva brotación de cepa con tallos más robustos y viables (Serrada, 2000, 2008).

#### 6. 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 podrá 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). Se recomienda nunca utilizar tubos o materiales cerrados como tubos, para hacer la protección individual de las plantas pues estos aumentan la temperatura y pueden ocasionar otros daños (Serrada, 2000, 2008).

#### 7. Mantenimiento de otras 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. Para las perchas deberá comprobarse su arraigo, inclinación y estado de los materiales que la constituyen. Las trampas de semilla generalmente se utilizan para coleccionar propágulos de plantas invasoras o de plantas especialmente desahables. 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, este material deberá recibir el adecuado proceso de gestión para descontaminar y eliminar dichos propágulos. En ambos casos se deberá constituir un pequeño jarillón al costado contrario de la zanja de donde provenga el agua o el sustrato se quiera coleccionar.

#### 8. Mantenimiento a las plataformas de monitoreo

Se deberá verificar la ubicación de los vertices 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 el momento de instalación inicial. Por otra parte deberá verificarse que todas las placas o marcas que instaladas en las plantas durante el proyecto se encuentren en cada individuo y en la posición adecuada. De lo contrario deberán reponerse o reubicarse.

### **D. MONITOREO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA**

#### **1. ESTRATEGIA NACIONAL DE MONITOREO A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA**

En el marco del PNR es indispensable incorporar una estrategia de monitoreo a la RE a escala nacional. Por lo anterior, a partir de la segunda fase de ejecución del Plan (año 4) se plantea el desarrollo e implementación de este instrumento. Debido a que los proyectos a implementar deben propender por la restauración a escala de paisaje y la integración de acciones a nivel regional y nacional, garantizando en la medida de las posibilidades la conectividad de ecosistemas fragmentados, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formulará e implementará una estrategia de monitoreo mediante la cual se realice seguimiento y se evalúen indicadores de éxito de la restauración a escala nacional. Para esto, la estrategia deberá considerar aspectos de relevancia



como: objetivo de la restauración, análisis del paisaje circundante al área específica de los proyectos ejecutados, selección de indicadores robustos y de fácil medición, levantamiento robusto y estandarizado de los datos de línea base, que permitirán comparar los cambios estructurales en el paisaje a mediano y largo plazo. Se debe considerar sin embargo, que bajo los nuevos enfoques planteados por el PNR los cambios generados por los procesos de restauración en los ecosistemas no siempre se ven reflejados en la estructura de estos, por lo que también será necesario incluir parámetros de monitoreo de tipo funcional.

Para el análisis de la información es necesario contar con datos que constituyen la línea base (realizada en el inicio de la estrategia), además de establecer áreas específicas para la toma de datos, para lo cual es fundamental tener unidades espaciales claras que pueden establecerse a través puntos de monitoreo o, en algunos casos, a través de parcelas permanentes (tanto para el seguimiento de la vegetación, de funciones ecosistémicas, estructura, suelos, cambios de coberturas, etc.). La metodología del monitoreo debe considerar, además de los factores establecidos en el programa de restauración como insumos para la selección de indicadores, el efecto de los cambios ambientales en las variables a monitorear, los requerimientos a nivel técnico que demanda la toma de información, y el costo del mantenimiento del monitoreo (Jardel *et al.*, 2011).

Un mecanismo fundamental para la sostenibilidad, tanto para el programa de restauración como para el de monitoreo, es la concertación de objetivos y estrategias de manera participativa e integral con la comunidad, lo cual confiere mayor apropiación del proceso y una articulación directa entre comunidad, gestores e investigadores que respalden a diferentes niveles la formulación e implementación del proyecto.

## 2. MONITOREO DE LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

El monitoreo es el proceso de identificar y medir, mediante el uso de indicadores, la respuesta del ecosistema y la gestión de las prácticas de la restauración. El monitoreo es la base para evaluar el progreso hacia los objetivos y metas de la restauración, que además permite tomar decisiones sobre la efectividad, costos y aplicabilidad de las estrategias en diferentes ecosistemas y contextos (Douglas, 2002). Normalmente el éxito de un proyecto de restauración se evalúa basado en la presencia de ciertas especies, la densidad de las mismas y la biomasa o la cobertura vegetal. Sin embargo, existen dos limitantes importantes en este enfoque: de un lado se limitan las metas de restauración, desconociendo variables relacionadas con el paisaje o con los servicios ecosistémicos, y de otro lado, no se considera que la estructura y composición de las comunidades vegetales pueden ser restaurada parcialmente, sin que eso implique la restauración de los servicios ecosistémicos asociados a esas comunidades. Otra gran limitante del uso de este esquema es que se ignoran los procesos ecológicos de los cuales dependen estas comunidades vegetales, ya que muchos proyectos enfatizan en los primeros estados de la sucesión vegetal pero no tienen en cuenta evaluaciones del éxito de la restauración a largo plazo (Herrick *et al.*, 2006). Debido a esto, el Plan Nacional de Restauración propone que se asocie siempre un programa de monitoreo a corto, mediano y largo plazo de los proyectos de restauración (Anexo 3, Anexo 4).

Algunas consideraciones mínimas para el montaje de este tipo de sistemas de monitoreo están asociadas al objetivo de la restauración, al análisis de paisaje del área del proyecto, a la selección de indicadores robustos y de fácil medición y finalmente un levantamiento robusto y estandarizado de los datos de línea base, que permitirán comparar los cambios a mediano y largo plazo (e.g. parcelas permanentes). Algunos autores recomiendan hacer las mediciones de las variables al menos trimestralmente durante el primer año, luego cada año hasta los cinco años y luego cada cinco años como largo plazo (Herrick *et al.*, 2005); sin embargo esto se debe ajustar a las condiciones de los diferentes ecosistemas del país.

Se recomienda que la medición de variables asociadas a la composición florística de las comunidades vegetales (i.e. de composición y estructura) se acompañen de la evaluación de variables relacionadas con atributos ecológicos asociados a la estabilidad del suelo (i.e. erosión), a funciones hidrológicas (e.g. escorrentía superficial)

y de integridad biótica (e.g. rasgos funcionales de fácil medición) (Herrick *et al.*, 2006), sin olvidar por supuesto el componente de fauna; esto debe asociarse también a estudios que propongan variables de monitoreo desde la escala del paisaje en la que es necesario incluir algunos indicadores de fácil reconocimiento desde los sensores remotos (Tongway y Hindley, 2004); ejemplos de algunos indicadores aparecen en el Anexo 3.

## EL MANEJO ADAPTATIVO EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Debido a que los procesos de restauración presentan cierto nivel de incertidumbre y se fundamentan en bases experimentales, los principios de un manejo adaptativo son potencialmente útiles desde la planeación, implementación y monitoreo, lo cual incrementa la probabilidad de éxito del proceso (Tom, 2000). El manejo adaptativo consiste en combinar apropiadamente la investigación y el monitoreo con un manejo flexible de las prácticas de restauración como insumo para la toma de decisiones que permitan alcanzar los objetivos planteados (Gayton, 2001). La restauración adaptativa está basada en la recolección de evidencia suficiente y creíble para soportar decisiones que demanden acciones, esto se logra a través de:

- Medición de las condiciones del sistema en las diferentes fases del proyecto mediante el uso de indicadores.
- Evaluación de la información que permita medir el progreso hacia los objetivos y el desempeño de los criterios aplicados en la restauración.
- Información que respalde la toma de decisiones con respecto a las acciones de restauración (Tom, 2000).

Por esto, la restauración adaptativa debe articularse al componente de monitoreo, ya que está basada en un continuo aprendizaje y mejoramiento del proceso en el corto, mediano y largo plazo (Douglas, 2002). Las variables deben ser seleccionadas para detectar cambios y respuestas del ecosistema antes y después de la restauración (Anexo 3). La evaluación de esta información brinda criterios claros para considerar la efectividad de la implementación de la restauración (Machmer *et al.*, 2002). Una vez realizada la evaluación, se pueden tomar decisiones para las acciones a realizar, así:

- a. Ninguna: Cuando la evaluación muestra que las acciones implementadas están dentro de los umbrales esperados en el proceso de restauración.
- b. Correctivas o de mejoramiento: Se requiere de acciones para corregir cuando la evaluación indica escenarios no deseados (a nivel de estructura - función), y de acciones para mejorar cuando los resultados están por debajo de los umbrales esperados y se necesita un ajuste o incremento de factores clave que contribuyan a alcanzar estos objetivos.
- c. Cambio del objetivo: la evaluación señala que las acciones no alcanzarán las metas propuestas, que se han generado escenarios de conflictos inesperados, y es necesario replantear la dirección de los esfuerzos de restauración (Tom, 2000).

Es importante considerar que la buena planeación del proceso, el diagnóstico previo del ecosistema y las necesidades locales de las comunidades, evitaría que las acciones deban dirigirse hacia los cambios de metas y objetivos, lo cual también compromete los costos y la efectividad del proceso. La Tabla 1 muestra algunas características de los ecosistemas restaurados, que pueden orientar la toma de decisiones para la gestión adaptativa con base en el monitoreo y evaluación.

## E. DIVULGACIÓN DE MODELOS REGIONALES

Como se mencionó anteriormente, la restauración de ecosistemas no es aplicable mediante el uso de una única estrategia, ya que el ecosistema, el uso de determinadas técnicas de restauración, las especies que se usaron y la estrategia de inclusión social en ocasiones puede servir sólo a una región. Es por esto que la divulgación de los objetivos, los métodos y los resultados de los proyectos son de suma importancia. Esta información, que debe ser dinamizada en las Corporaciones Autónomas, la Academia y las ONG's locales, es determinante en la construcción de múltiples miradas de la restauración ecológica en un país megadiverso como el nuestro.



Figura 3. Conceptos y herramientas de apoyo al PNR. Los elementos conceptuales de abordaje y herramientas de apoyo son zonificación y ordenación, motores de pérdida y transformación, Política Nacional para Gestión Integral para la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), y compensación.

#### IV. PLAN DE ACCIÓN

De conformidad con el diagnóstico presentado anteriormente, existe la necesidad de frenar el avance de los procesos de alteración y degradación de los ecosistemas pues su deterioro se está haciendo mayor y más frecuente, por lo que es importante generar opciones de manejo que ayuden a sobrellevar sus consecuencias. La restauración se convierte en una alternativa de manejo de territorio que busca revertir los procesos de pérdida del capital natural y de la misma forma contribuir al cumplimiento de las metas del milenio.

Con el plan de acción del Plan Nacional de Restauración se busca prevenir y revertir los procesos de degradación mediante la planificación de acciones en el corto, mediano y largo plazo.

Con el fin de evaluar el cumplimiento de las metas y actividades propuestas, el Ministerio coordinará el seguimiento y monitoreo periódico del plan de acción mediante una evaluación al finalizar cada una de las fases, con base en el cumplimiento de los indicadores de gestión, productos e impactos, permitiendo revisar de manera objetiva los avances en la implementación de las acciones. Este ejercicio permitirá también identificar problemas y proponer ajustes al plan de acción.

El Plan Nacional de Restauración se vincula con los instrumentos de ordenamiento y planificación que se ejecutarán en el ámbito de las competencias de gestión territorial, sectorial y ambiental y las responsabilidades de carácter individual y colectivo. En relación con los planes de ordenamiento territorial (POT), el propósito del Plan Nacional de Restauración es asegurar la incorporación de las acciones propuestas dentro de los mismos y

en los demás instrumentos de planificación correspondientes en la entidad territorial, para garantizar su desarrollo articulado.

El desarrollo de cada uno de los objetivos específicos contempla acciones que deberán realizarse de forma coordinada por los responsables inicialmente identificados, los cuales podrán variar teniendo en cuenta que este proceso es dinámico y adaptable.

#### FUNDAMENTOS DEL PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN

- Considera los principios del enfoque ecosistémico<sup>19</sup>, así como lo adoptado en relación con el tema en los tratados internacionales de carácter ambiental de los cuales Colombia sea país signatario.
- Reconoce la diversidad cultural y multiétnica de la Nación, respetando los derechos, conocimientos y tradiciones de los pueblos y comunidades en cuanto al uso, manejo, preservación, protección y restauración de los ecosistemas y demás recursos naturales renovables.
- Se articula con los instrumentos de planificación y gestión de orden nacional, regional y local, en cuanto a sus componentes ambiental, territorial y social.
- Promueve la construcción de conocimiento e impulsa la investigación a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en procesos de restauración.
- Considera aspectos como las dinámicas sucesionales, el objetivo de restauración y el manejo adaptativo de los cambios globales a diferentes escalas.
- Considera el mantenimiento y sostenibilidad de la oferta de bienes y servicios ecosistémicos.
- Busca mejorar la calidad de vida de las comunidades a través de acciones de restauración ecológica.
- Considera la participación de todos los sectores de la sociedad en los procesos de restauración.
- Hace parte del Sistema Nacional Ambiental, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el Sistema Nacional de Educación como política para la restauración ecológica.

---

#### OBJETIVO GENERAL

---

Orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales.

---

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

---

<sup>19</sup> El enfoque ecosistémico se define como una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y el uso sostenible. A través de este enfoque se reconoce como componente integral de los ecosistemas a los seres humanos con su diversidad cultural (EEM, 2005 adaptado en la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)).

1. Generar lineamientos de restauración para los principales ecosistemas y para los principales disturbios de impacto nacional y promover el desarrollo de protocolos y guías de restauración específicas por ecosistema y por disturbio
2. Incorporar las directrices del PNR a las normas de ordenamiento territorial y articularlo con POMCAS, POTS y EOTS
3. Determinar áreas con prioridades de restauración a escala nacional.
4. Articular financiera e institucionalmente entidades, organizaciones y programas del orden nacional e internacional relacionadas con la temática de restauración ecológica.
5. Promover el desarrollo de una estrategia nacional de monitoreo a la restauración ecológica.
6. Involucrar a las comunidades en el desarrollo de procesos de restauración ecológica.
7. Generar cadenas de valor a partir de la implementación de técnicas de restauración ecológica.

---

## ESTRUCTURA DEL PLAN DE ACCIÓN

---

La estructura del Plan Nacional de Restauración (2013 – 2033) se desarrollará teniendo en cuenta las directrices establecidas en los objetivos específicos, mediante la ejecución de acciones puntuales en tiempos definidos. De esta forma, se proponen tres fases sobre las cuales se consolidan los principales esfuerzos que deberán ser ejecutados en un plazo de 20 años.

Por su parte, las acciones específicas en cada una de las fases permiten estructurar los procesos de ejecución y gestión de las iniciativas, programas y proyectos que se surjan a lo largo del tiempo. Es por ello que en cada una de las acciones se proponen responsables, posibles fuentes de financiación y un presupuesto estimado para cumplirlas.

Por su parte, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a través de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, apoyará técnicamente y gestionará la implementación del Plan, así mismo evaluará, mediante los indicadores, las metas propuestas para cada uno de los objetivos.

Finalmente, las Autoridades Ambientales acogerán y coordinarán dentro de sus competencias la implementación del Plan en los ámbitos regional y local; la Red Colombiana de Restauración Ecológica – REDCRE, y los nodos regionales que surjan podrán los puntos de apoyo para la implementación y coordinación de los programas y acciones definidas en áreas priorizadas de este Plan.

El documento también presenta, para cada una de las fases, un diagrama conceptual de la ruta del proceso y una tabla que consolida las acciones, responsables, posibles fuentes, presupuesto estimado, metas e indicadores.

A continuación se presenta la síntesis del enfoque conceptual para la ejecución del plan de acción:

# SÍNTESIS DEL ENFOQUE

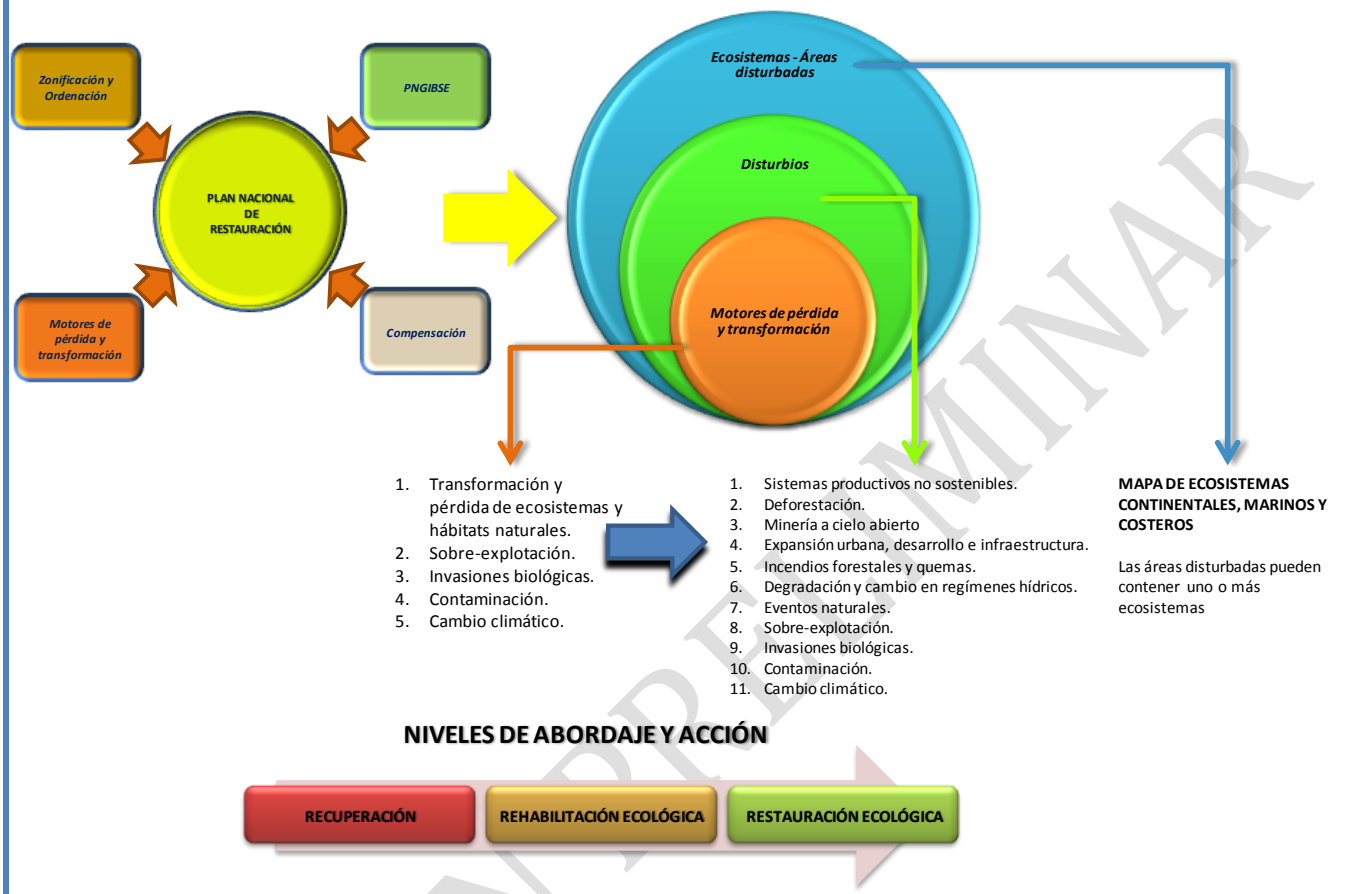


Figura 4. Síntesis del enfoque del Plan Nacional de Restauración.

**Tabla 3. Acciones específicas identificadas de la Fase I para dar cumplimiento de los objetivos específicos en un lapso de tres años (Años 1 a 3).**

FASE 1							
ACCIONES		RESPONSABLES	FUENTE	PRESUPUESTO ESTIMADO (millones de pesos)	META	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
1	Actualizar el mapa de priorización nacional para la restauración, recuperación y rehabilitación de áreas disturbadas.	<b>Directos:</b> MADS, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR, Ministerio de Minas y Energía - MME, Ministerio del Interior y de Justicia - MIJ, institutos y centros de investigación, sector académico, entidades nacionales y territoriales, corporaciones autónomas regionales (CAR), corporaciones para el desarrollo sostenible (CDS), unidades ambientales de grandes centros urbanos (UAGCU), gobiernos locales  <b>Apoyo:</b> Comunidades , organizaciones	Recursos de cooperación internacional (Corporación Andina de Fomento - CAF, otros), presupuestos general de la nación (PGN), recursos propios, Organización Internacional de Maderas Tropicales -OIMT, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO, UICN, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre -- CITES,	\$150	Línea base actualizada, ajustada y consolidada.	1. Áreas priorizadas a nivel nacional.	Documento
	Priorizar disturbios críticos y ecosistemas estratégicos		80	2. Disturbios priorizados a nivel nacional.			
2	Desarrollar protocolos y guías de restauración específicas por ecosistema, con especial énfasis en los ecosistemas más degradados		\$1.500				
3	Desarrollar protocolos y guías de restauración por disturbio, con especial énfasis en los disturbios críticos.		1.500	3. Motores de pérdida y transformación priorizados.			
3	Investigación en autoecología, protocolos de propagación y manejo de especies forestales nativas (paquetes tecnológicos de nativas).		\$800	4. Proyectos en ejecución.			
	Investigación en patrones de sucesión ecológica de los diferentes ecosistemas y técnicas de restauración.		800				
	Cuantificar económicamente beneficios de la restauración		1000				
4	Continuar con la implementación de procesos de restauración establecidos anteriormente, integrando las iniciativas propuestas de gestión del riesgo, las estrategias de adaptación al cambio climático global, la línea de restauración del Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación al Mar, el Programa de Manejo de Especies Invasoras, la estrategia de Restauración Ecológica Participativa REP de Parques Nacionales Naturales - PNN y las demás que se consideren necesarias.			\$1.500			

FASE 1							
ACCIONES		RESPONSABLES	FUENTE	PRESUPUESTO ESTIMADO (millones de pesos)	META	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
			Convención relativa a los humedales de importancia internacional - RAMSAR, Fondo Nacional de Calamidades, Fondo para la Acción Ambiental Y la Niñez - FPAA, Fondo Nacional Ambiental - FONAM, FCA				
5	Realizar programas y jornadas de consulta, socialización, retroalimentación y comunicación del Plan Nacional de Restauración con las comunidades involucradas; implementar foros de discusión para incluir los enfoques de restauración – rehabilitación - recuperación o reclamación en la estructura de planificación territorial y sectorial (minero-energético, agropecuario, industria, comercio, transporte y telecomunicaciones).	<b>Directos:</b> MADS. CAR, CDS, Autoridades Ambientales de Grandes Centros Urbanos - AAGCU <b>Apoyo:</b> Institutos, Ministerio de Educación Nacional – MEN	Recursos propios, fondos, OIMT, PNUD, FAO, UICN, FONAM y FCA	\$350	Actores participando en todo el proceso de ejecución del plan.	PNR socializado y divulgado a actores involucrados.	Número de personas participando
	Socialización del PNR a las diferentes entidades territoriales y autoridades ambientales. Sensibilizar de la importancia del instrumento a los administradores del territorio.			350			
6	Construir y consolidar el programa de divulgación del Plan Nacional de Restauración por medio de prensa, páginas web, programas radiales, cartillas, folletos informativos y libros impresos o virtuales.			\$300			
7	Capacitar en técnicas de restauración a las comunidades locales y demás actores. Capacitar en técnicas participativas de restauración a funcionarios de las autoridades ambientales, entes territoriales y personas relacionadas con sectores productivos y relacionados con proyectos sujetos a licenciamiento ambiental y compensaciones.			\$300			
8	Impulsar la creación de centros de experimentación y nodos regionales de restauración asociados a la Red Colombiana de Restauración - REDCRE y apoyar los existentes.	<b>Directos:</b> MADS, sector académico, Institutos y, centros de investigación  <b>Apoyo:</b> CAR, CDS, AAGCU, entes territoriales y locales	Recursos propios, CAF	\$300	Redes conformadas y funcionando a través de la REDCRE.	REDCRE con cinco redes regionales constituidas y funcionando	Número de redes
9	Divulgar a través de la REDCRE el Plan Nacional de Restauración y los criterios para restauración ecológica, rehabilitación y recuperación.			\$280			
10	Conformar una mesa nacional asesora en restauración coordinada por el MADS que tenga como misión constituir y mantener agendas de trabajo interinstitucionales, interministeriales, intersectoriales y regionales para lograr la implementación del Plan Nacional de Restauración.			\$100			
	Definir estrategia de ejecución de recursos de proyectos por compensación			60			



FASE 1							
ACCIONES		RESPONSABLES	FUENTE	PRESUPUESTO ESTIMADO (millones de pesos)	META	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
1 1	Diseñar la estrategia financiera para el plan y desarrollar análisis de costos unitarios por región y disturbio.			\$300			
	Establecer contactos con entidades internacionales relacionadas con la RE para la ejecución de proyectos y financiación de iniciativas de carácter nacional.			200			
1 2	Diseñar e implementar experiencias piloto en áreas priorizadas con base en los disturbios identificados en el Plan Nacional de Restauración.			\$800	Experiencias piloto por disturbio en áreas priorizadas.	Número de experiencias piloto realizadas	Número de experiencias piloto
1 3	Diseñar y apoyar la implementación del sistema de información nacional, regional y local en restauración, el cual se dirigirá a todos los actores involucrados en el proceso, de manera adaptativa y monitoreable.			\$400	Sistema de información diseñado.	Componentes del sistema funcionando	Número de componentes
			TOTAL	11.070			

**Tabla 4. Acciones específicas identificadas de la Fase II para dar cumplimiento de los objetivos específicos en un lapso de cinco años (Años 3 a 8).**

FASE 2							
ACCIONES		RESPONSABLES	FUENTE	PRESUPUESTO ESTIMADO (millones de pesos)	META	INDICADOR DE GESTIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
1	Implementar proyectos piloto de restauración: <ul style="list-style-type: none"> <li>Con los sectores productivos y gremios cuyas actividades estén sujetas a licenciamiento ambiental, o que de alguna manera estén afectando algún componente de los ecosistemas en las áreas disturbadas.</li> <li>Preferiblemente en áreas adquiridas por las autoridades ambientales y entidades territoriales asegurando su permanencia a largo plazo.</li> <li>Asegurando la promoción de la participación comunitaria en los proyectos de investigación con inclusión de alternativas y generación de beneficios socioeconómicos y ambientales a las comunidades.</li> </ul>	<b>Directos:</b> MADR; CAR, CDS, AAGCU, Cámara de Comercio de Bogotá - CCB  <b>Apoyo:</b> Entes territoriales, sectoriales, gremiales y locales	Recursos propios de sectores productivos, fondos ganaderos, otros fondos del SGR, FCA, Fuentes de Cooperación, Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito - UNODC	\$10.000	Proyectos piloto implementados	1. Sectores productivos y gremios involucrados.	2. Número de proyectos ejecutados con sectores productivos
2	Generar capacidad técnica: <ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los actores locales, para la ejecución de las guías metodológicas, protocolos y acciones de Restauración rehabilitación - recuperación o reclamación.</li> <li>Incluyendo en los programas técnico, tecnológico y vocacionales relacionados con recursos naturales,</li> </ul>	<b>Directos:</b> MADS, MEN, SINA, academia,  <b>Apoyo:</b>	PGN, Recursos propios de sectores productivos	\$1.500	1. Plan Nacional de Restauración divulgado. 2. Actores y	1. Plan Nacional de Restauración incorporado en la	1. Número de eventos de socialización

	<p>agropecuarios, pesqueros y/o forestales técnicas para restauración - rehabilitación - recuperación o reclamación, a través del diseño e implementación de estructuras curriculares o módulos educativos dirigidos a instituciones educativas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar los protocolos técnicos por disturbio según los resultados obtenidos en las experiencias piloto y la priorización por disturbio y área.</li> </ul>	Institutos de investigación, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, entes territoriales	os, fuentes de cooperación		grupos semilla capacitados	<p>planificación local y regional.</p> <p>2. Actores y grupos semilla replicando información</p>	2. Número de personas
3	Generar alianzas estratégicas, agendas y convenios con los sectores agropecuario y minero-energético para direccionar fuentes de inversión que garanticen el desarrollo de acciones de restauración.	<b>Directos:</b> MADS, MME, MADS, gremios públicos y privados		\$500	1. Alianzas estratégicas definidas	<p>1. Alianzas efectuadas</p> <p>2. Gremios participando</p>	1. Número de acuerdos firmados
	Fortalecer la articulación y el trabajo en red de las entidades nacionales que trabajen en RE. Generar vínculos entre la academia, los gremios y el estado para la ejecución de todas las etapas de la restauración (investigación, financiación, planificación, ejecución supervisión, monitoreo).			150			
	Identificar los mecanismos más eficientes para una vinculación efectiva de las comunidades a los proyectos de restauración.			100			
	Formulación y monitoreo participativo de los proyectos de restauración.			200			
	Generación y fortalecimiento de incentivos a la restauración			50.000			
	Incorporación de los lineamientos del PNR en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas de las Corporaciones Autónomas Regionales y en los instrumentos de ordenamiento territorial y Planes de Desarrollo de alcaldías y gobernaciones.			200			
	Consolidar cifras y estadísticas para conocer el estado actual de la restauración en Colombia.			150			
	Formular e implementar la estrategia nacional de monitoreo a la restauración (definir metas e indicadores de restauración a escala nacional).			1.000			
	Implementar red nacional de parcelas de monitoreo a la restauración ecológica			5.000			
	Elaborar estudios de mercado para bienes y servicios de la restauración			800			
	Explorar, promover y fortalecer nichos de mercado para la restauración (MDL, Mercado del carbono, entre otros).			2.000			
4	<p>Promover la instrumentación normativa para la ejecución del Plan Nacional de Restauración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyando a las corporaciones, municipios y al SINAP en la formulación de proyectos vinculados con FCA y SGR.</li> <li>Diseñando incentivos de pago por servicios ambientales como apoyo económico por conservación de predios privados y/o comunitarios que sirvan para la implementación de acciones de restauración y activa.</li> <li>Reglamentar el porcentaje que se asignará a proyectos en restauración en la estrategia de compensación por cambio de uso del suelo en los proyectos, obras o actividades sujetas a permisos o licencias ambientales.</li> </ul>	<p><b>Directos:</b> MADS</p> <p><b>Apoyo:</b> Entes territoriales, sectoriales, gremiales y locales, gremios</p>	Recursos propios	\$500	Instrumentos normativos reglamentados	<p>1. Destinación de fondos reglamentado.</p> <p>2. Decreto reglamentario artículo 111 que incluye pago por</p>	1 Número de actos administrativos

<ul style="list-style-type: none"> <li>Impulsar la socialización del decreto reglamentario del artículo 111 de la Ley 99/93, relacionado con el tema de compra de predios, mantenimiento y pago por servicios ambientales, considerando que dentro del mantenimiento están los procesos de restauración.</li> <li>Impulsar la destinación de fondos del SGR y FCA, entre otros, para restaurar áreas disturbadas según los protocolos y áreas priorizadas para restauración, rehabilitación, recuperación o reclamación.</li> <li>Promover la ejecución del Decreto 3172 de 2003, así como de otros incentivos de exención del impuesto por mejoramiento ambiental por medio de la restauración.</li> </ul>					servicios ambientales	
					3. Incentivos funcionando	
<b>TOTAL</b>			<b>\$72.100</b>			

**Tabla 5. Acciones específicas identificadas de la Fase III para dar cumplimiento de los objetivos específicos en un lapso de 12 años (Año 8 a 20).**

FASE III						
ACCIONES	RESPONSABLES	FUENTE	PRESUPUESTO ESTIMADO (millones de pesos)	META	INDICADOR DE GESTIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
<p>1. implementación de acciones a gran escala para cada uno de los disturbios y áreas, que posteriormente al análisis de la fase anterior fueron identificados como viables y exitosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuando la estrategia financiera para la implementación de los programas diseñados según los resultados obtenidos en la fase anterior.</li> <li>Manteniendo los acuerdos, pactos ambientales, gremiales y locales previos a los que se llegue, y adecuándolos para asegurar la implementación de acciones a largo plazo.</li> <li>Evaluando y ajustando el sistema de monitoreo y seguimiento según el área y disturbio a implementar.</li> <li>Implementando las acciones de restauración en las áreas disturbadas identificadas según la evaluación de viabilidad y efectividad de las experiencias piloto.</li> <li>Evaluando periódicamente los indicadores definidos por las instituciones para las áreas en proceso de restauración.</li> </ul>	<p><b>Directos:</b> MADS, Entidades del SINA, CAR, CDS, AAGCU, MEN Entes territoriales y sectoriales,</p> <p><b>Apoyo:</b> UAEPNN, gremios.</p>	PGN, recursos propios de sectores productivos, fuentes de cooperación	<b>\$6.000.000</b>	Áreas disturbadas restauradas y en proceso de restauración. (1.000.000 de hectáreas, aproximadamente).	<p>1. Áreas disturbadas en proceso de restauración, rehabilitación y recuperación.</p> <p>2. Hectáreas priorizadas del país restauradas.</p>	Porcentaje.
Determinar las actividades e insumos requeridos en los proyectos de restauración. Determinar los eslabones involucrados en la cadena productiva de la restauración.			<b>200</b>			
Articular, organizar y hacer que interactúen los eslabones de la cadena de la restauración, buscando la generación de beneficios económicos.			<b>300</b>			
Revisión y control anual de los indicadores consignados en la Estrategia Nacional de Monitoreo a la Restauración e implementación de acciones según los			<b>2880</b>			

FASE III						
ACCIONES	RESPONSABLES	FUENTE	PRESUPUESTO ESTIMADO (millones de pesos)	META	INDICADOR DE GESTIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
resultados						
TOTAL			\$6.003.380			

## RECOMENDACIONES OPERATIVAS PARA EL PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN

Para lograr una exitosa gestión en la generación e implementación de las acciones de restauración que conlleven al mejoramiento de los servicios ecosistémicos, se adoptarán, en la medida de lo posible, las estrategias propuestas en el PNR con un horizonte de 20 años, con seguimiento continuo y evaluaciones periódicas al finalizar cada fase, debido a la complejidad que implican los procesos de restauración. Adicionalmente, es importante a lo largo de la implementación del Plan Nacional de Restauración garantizar la participación de la sociedad civil en cada uno de sus ámbitos de acción, de esa manera se reconocerá la reciprocidad en cada uno de los procesos y se contribuirá a su subsistencia en el tiempo.

El PNR será la línea de partida para la inclusión de las diferentes estrategias identificadas (restauración ecológica, rehabilitación y recuperación) como parte del reglamento de los recursos del Sistema General de Regalías y los fondos que lo conforman, el Fondo de Compensación Ambiental - FCA, entre otros que se reglamenten por el Gobierno Nacional, a partir de la priorización que surja en la primera fase de implementación. De igual manera, será la base metodológica para determinar medidas de compensación en áreas objeto de cambios de uso del suelo en proyectos, obras o actividades sujetas a licenciamiento ambiental o permisos de uso de recursos naturales, incluyendo una reglamentación para el manejo de contingencias que ocurran a lo largo del ciclo de vida de estos proyectos.

A través de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos se promoverá la socialización del decreto reglamentario del tema de pago por servicios ambientales, en el que se asegure que las áreas de interés adquiridas para acueductos municipales sean destinadas a proyectos de restauración (restauración, rehabilitación, recuperación). Asociado a lo anterior, se promoverán iniciativas de conservación de áreas de protección y la reglamentación de procesos productivos de alto impacto (ganadería, agricultura, minería), y la identificación de componentes del sistema natural que no son recuperables ni compensables, con el fin de extender mayores medidas de protección y controlar la degradación.

La implementación del PNR estará a cargo, entre otras, de las CAR y las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos, quienes deberán incluirlo en sus planes de gestión ambiental regional y los planes de acción o instrumentos que los sustituyan, procurando la participación de las comunidades para la búsqueda de beneficios y estímulos económicos procedentes de la restauración. Para esto, se incluirán los indicadores de gestión de restauración de áreas disturbadas en las guías de formulación de los planes de gestión y de acción de las Corporaciones. El Anexo 4 denominado Plan Básico de Restauración, contiene los elementos mínimos que deben ser incluidos en los proyectos de restauración a ser presentados en adelante al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tanto las Autoridades Ambientales como las Entidades Territoriales formularán y ejecutarán programas y proyectos específicos de restauración, rehabilitación o recuperación para gestionar recursos, y destinarán fuentes para cofinanciar la implementación de las estrategias del PNR. Por su parte, el sector académico se articulará al PNR brindando la información de base científica, insumos y recomendaciones para las futuras experiencias piloto, programándolas dentro de sus planes, programas y estrategias internas de gestión e investigación.

---

## FINANCIACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN

---

El Plan Nacional de Restauración buscará principalmente gestionar recursos por medio de instrumentos económicos y financieros existentes, que tienen como objetivo contribuir a las actividades de conservación, preservación, mejora y recuperación, seguimiento y monitoreo del medio ambiente. Se financiarán proyectos regionales prioritarios que han sido incluidos en los Planes de Desarrollo de las entidades territoriales y en los Planes de Acción de las Corporaciones Autónomas Regionales.

Existen recursos a través de un buen número de mecanismos como el Fondo Nacional de Regalías, el Fondo Nacional Ambiental, el Banco Interamericano de Desarrollo y otras fuentes bilaterales y multilaterales. Además, se está abriendo la posibilidad de costear los programas de restauración ecológica con fondos de REDD+ y de mecanismos de captación de carbono. Sin una sólida planificación financiera no es posible generar credibilidad en la formulación de proyectos. La planificación financiera es también importante en las negociaciones con la industria responsable de los deterioros. Siempre es más costoso restaurar que prevenir el daño y esta información puede servir como medida preventiva de la degradación (Murcia y Guariguata, 2014).

Durante el primer año de implementación se diseñará una estrategia financiera para el PNR, que contará con un estudio para estimar las necesidades financieras de los proyectos y conocer los recursos que las entidades responsables podrían invertir efectivamente en los programas definidos en el Plan. Entre las entidades identificadas están los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Agricultura y Desarrollo Rural, Hacienda y Crédito Público, Comercio, Industria y Turismo, Minas y Energía, Educación y Transporte y demás de carácter nacional, gremios, ONG, institutos y centros de investigación. La estrategia contendrá un análisis de las fuentes actuales y potenciales de carácter nacional e internacional que aporten a la financiación del PNR, y proveerá lineamientos de política que permitan la articulación de fuentes sectoriales e intersectoriales.

En los tres primeros años del PNR (Fase I), el Ministerio gestionará, a partir de los lineamientos de la estrategia financiera diseñada el primer año, la consecución de recursos a través de acuerdos y convenios internacionales como los de Cambio Climático, Diversidad Biológica, Humedales (RAMSAR); y la cooperación técnica nacional e internacional a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA, PNUD, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y Cultura UNESCO, FAO, OIMT, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), WWF, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, UNODC, FPAA, el Grupo Consultivo de Investigación Internacional en Agricultura - CGIAR y los programas del Departamento Administrativo de Prosperidad Social.

Posteriormente, la Fase 2 promoverá, a partir de los instrumentos económicos y normativos identificados en las acciones, la continuidad y permanencia en el tiempo de la estrategia financiera. En este sentido, una de las fuentes de financiación importantes del PNR es la Resolución 1517 de 2012, por medio de la cual se adopta el “Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad”, pues propone que las acciones de compensación comprendan tanto la conservación como la restauración, entre otras.

A nivel financiero las estrategias de restauración del PNR pueden convertirse en autosostenibles, si se tiene en cuenta que la restauración ecológica puede generar ingresos y cadenas de valor para quienes la practican. Algunas posibilidades que permitirían lograr que la restauración ecológica sea una actividad económicamente rentable y compense el costo de oportunidad de la menor disponibilidad de tierras agrícolas y ganaderas son: establecimiento y manejo sostenible de especies forestales nativas valiosas, mejoramiento de áreas ganaderas con el establecimiento de sistemas silvopastoriles, generación de ingresos a corto plazo y recuperación de cobertura arbórea mediante el establecimiento de sistemas agroforestales, producción y propagación de semillas de especies forestales nativas y generación de otros productos forestales no maderables, mantenimiento o recuperación de servicios del ecosistema que se puedan tasar en el mercado (Brancalion et al., 2012).

Una posibilidad adicional para generar beneficios económicos a los propietarios de predios, es que el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, incorpore las acciones y proyectos de restauración al portafolio de opciones merecedoras de incentivos y exención de impuestos por incremento del patrimonio natural, lo cual además estimularía a los interesados en ejecutar proyectos de restauración.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Aguiar, F., Fernandes, M.R., and Ferreira, M. T. 2011. Riparian vegetation metrics as tools for guiding ecological restoration in riverscapes. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 402.

Alvarado, EM & M.C. Corchuelo. 1992. *Los nutrientes, la temperatura y la salinidad provenientes del Canal del Dique como factores de deterioro en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Cartagena, Colombia)*. VIII Sem. Nac. Cien. Tec. Mar, 277-287.

Anzola M.A y González Y. 2003. *Incendios: Una amenaza más para los bosques tropicales*. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Bogotá, Colombia.

Arango, N. D. Armenteras, M. Castro, T. Gottsman, O.L. Hernández, C.L. Matallana, M. Morales, L.G. Naranjo, L.M. Renjifo, A.F. Trujillo y H. F. Villarreal. 2003. *Vacios de conservación del sistema de parques nacionales naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y WWF. Bogotá.

Apfelbaum, Steven I. and Kim Alan Chapman. 1997. Ecological Restoration: A Practical Approach. *Ecosystem Management Applications for Sustainable Forest and Wildlife Resources*. Yale University. Pp: 301-322.

Bhattarai, T. (n.d.). *Process and Methods for Participatory M & E of Biodiversity : A Southern Reconnaissance*.

Battin, J., y Sisk, T.D. 2003. Assessing landscape-level influences of forest restoration on animal populations. En: P. Friedrici y W.W. Covington. Editores. *Ecological restoration of southwestern ponderosa pine forests*. Island Press. Covelo. CA.

Bejarano, Andrea, Bonilla Argenis, 2008 DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DEL HUMEDAL JUAN AMARILLO ENTRE 1950 – 2005, En Acta Biológica Colombiana -Bogotá

Bernal, A. R., B. Werding y S. Zea. 1994. Variación espacial y temporal de biomasa zooplanctónica en el sector nerítico del mar Caribe colombiano. 187-196. En: Campos, N. H. y A. Acero (Eds.) *Contribuciones en ciencias del mar en Colombia Investigación y desarrollo de territorios promisorios*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 262 p.

Blasco, F. 1984. Climatic factors and the biology of mangrove plants. 18-35. En: Snedaker S.C. y J.G. Snedaker (Eds.). *The mangrove ecosystem: research methods*. Monographs on Oceanographic Methodology 8. UNESCO, Paris. 251 p.

Botero, I. y E. Mancera-Pineda, 1996. Síntesis de los cambios antrópicos ocurridos en los últimos cuarenta años en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 20 (78): 465-474 p.

Botero, L. & M. Marshall. 1994. Biodiversity within the living, dying and dead mangrove forests of the Ciénaga Grande de Santa Marta. *Mote Marine Laboratory Technical Report* Number 366.

Bradshaw AD. 1987. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. In: Jordan WR, III, Gilpin ME, Aber JD. *Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research*. Cambridge (UK): Cambridge University Press. p. 53-74.

Brashares, J.S., P. Arcese, M.K. Sam, P.B. Coppolillo, A.R.E. Sinclair and A. Balmford. 2004. Bushmeat hunting, wildlife declines and fish supply in West Africa. *Science* 306:1180-1183.

- Brown, B.E. 1997. Disturbances to reefs in recent times. 354-379. En: Birkeland, C. (Ed.). *Life and death of coral reefs*. Chapman and Hall, Nueva York. 536 p.
- Buddemeier, R.W., J.A. Kleypas y R.B. Aronson. 2004. *Coral reefs and global climate change. Potencial contributions of climate change to stress on coral reef ecosystems*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington. 44 p.
- Busch, D.E., and Trexler, J.C. 2003. *Monitoring ecosystems. Interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives*. Island Press.
- Cairns, J. 2000. Setting ecological restoration goals for technical feasibility and scientific validity. *Ecological Engineering* 15. 171-180.
- Cambers, G. (Ed) 1997. *Managing beach resources in the smaller Caribbean islands: Coastal region and small island papers N° 1*. UNESCO, Puerto Rico. 269 p.
- DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2007. *Colombia, una nación multicultural: Su diversidad étnica*.
- Cano, I. & N. Zamudio 2006. Recuperar lo nuestro. Una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria en predios del embalse de chisacá. En: Vargas y Grupo de Restauración Ecológica (eds.). Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico y Secretaría Distrital de ambiente.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. 10 (40):221-268.
- Clewell a. & j. Aronson, 2007. *Ecological Restoration Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession*. Society for Ecological Restoration International.
- Dairon Cárdenas López (Ed.) 2007. *Flora del Escudo Guayanés en Inírida (Guainía, Colombia)*. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Jensen, P. M., & Pirhofer-Walzl, K. (2010). Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of people's involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1166-1168. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01874.
- Departamento Nacional de Estupecaficientes. 2007. *Informe Anual*.
- Díaz, J.; Sánchez, A. & Díaz-Pulido. 1996. Geomorfología y formaciones arrecifales recientes de Isla fuerte y Bajo Bushnell, plataforma continental del Caribe Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 25:87-105.
- Díaz-Piedrahíta, S. 1998. El medio ambiente colombiano y los cultivos ilícitos. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* XXII (83): 174-186.
- Douglas, T. 2002. *Ecological restoration guidelines for British Columbia. Forest Renewal BC. Biodiversity Branch*. Ministry of water, land, and air protection. Victoria BC.
- Escobar, R., J. 2002. *Diagnóstico de la Contaminación proveniente de Actividades en Tierra que afectan las aguas costeras del Pacífico Nordeste*. Informe de Consultoría a la División de Convenios Ambientales del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente PNUMA, Nairobi, Kenya [en prensa].
- Espinal L. S. y Montenegro E. 1963. *Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico*, 221 p. IGAC. Bogotá, D. C., Colombia.
- Etter A. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. En: Chaves. M. E. y Arango N. (Eds.). 1998. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad – Colombia*. Tomo I. Causas de pérdida de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D. C., Colombia.
- Etter, A. and W. van Wyngaarden 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean Region. *Ambio* 29(7): 443-450.
- Evans, K. y Guariguata M. 2008. *Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas*. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), 2008.
- Fajardo, F. 2007. *Diagnóstico participativo para la restauración ecológica en el páramo de Chiles, Nariño - Colombia*. Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt – Proyecto Páramo Andino. Bogotá, D.C.
- Fandiño-Lozano, M. & W. Van Wyngaarden. 2005. *Prioridades de Conservación Biológica para Colombia*. Grupo ARCO. Bogotá. 188pp.
- Fajardo, L., Rodríguez, J., González, V., y Briceño-Linares, J.M. 2013. Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. *Journal of Arid Environments*. 88: 236-243.
- Fundación Humedales, 2006. *El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene*. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica N° 2-2006.
- Gardner, T.A., I.M. Côté, J.A. Gill, A. Grant y A.R. Watkinson. 2005. Hurricanes and Caribbean coral reefs: impacts, recovery patterns, and role in long-term decline. *Ecology*, 86 (1): 174-184.
- Garzón-Ferreira, J. y J.M. Díaz. 2003. The Caribbean coral reefs of Colombia. 275-301. En: Cortés, J. (Ed.). *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science B.V., Ámsterdam.

- Geister, J. 1992. *Modern reef development and Cenozoic evolution of an oceanic island/reef complex: Isla de Providencia (Western Caribbean Sea, Colombia)*. *Facies*, 27:1-70.
- Gracia A., Medellín-Mora J., Gil-Agudelo D., Puentes V., 2009. *Guía de las especies introducidas marino-costeras de Colombia*. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales No. 15. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 128 p.
- Glenn, L., P. & Veblen (eds). 1992. *Plan succession. Theory and prediction*. Chapman & Hall. 352 p.
- Guariguata, Manuel R. (ed.), Kattan, Gustavo H. (ed.) 2002. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. 1° Edición, Ediciones LUR. Cartago.
- Guerrero, A. da Rocha, P. 2010. Passive Restoration in Biodiversity Hotspots: Consequences for an Atlantic Rainforest Lizard Taxocene. *Biotropica* 42(3): 379–387.
- Guevara O. 2002. Deforestación y medio ambiente en Colombia. En: *Economía colombiana y coyuntura política*. Revista de la Contraloría General de la República. Junio de 2002 - Edición 290.
- Hernández, J; Sánchez, H., 1992. Biomas terrestres de Colombia. En: Halfter, G (Ed). *La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana*. Nueva Serie, Volumen Especial. 153-173pp.
- Herody, Y. 2007. Operación Cuenca de Ubaté. En: *Proyecto de Transferencia de Tecnología sobre las herramientas de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. FASEP n°695, Colombia.
- Herrick, J. E., Van Zee, J. W., Havstad, K. M., Burkett, L. M., & Whitford, W. G. (2005). *Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems*. Vol. II: Design, supplementary methods and interpretation. USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM: Distributed by University of Arizona Press.
- Herrick, J. E., Bestelmeyer, B. T., Archer, S., Tugel, A., & Brown, J. R. (2006). An integrated framework for science-based arid land management. *Journal of Arid Environments*, 65, 319–335.
- Herrick, J., Schuman, G., y Rango, A. 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal for Nature Conservation*. 14: 161-171.
- Herrmann, S., y Osinski, E. 1999. Planning sustainable land use in rural areas at different spatial levels using GIS and modelling tools. *Landscape and Urban Planning*. 46: 93-101.
- Hobbs, R.J., y Harris, J.A. 2001. Restoration ecology: Repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*. 2 (9): 239-246.
- Hobbs r. & v. A. Cramer. 2008. Restoration Ecology: Interventionist Approaches for Restoring and Maintaining Ecosystem Function in the Face of Rapid Environmental Change. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2008. 33:39–61.
- Hobbs, R., Higos, E., y Harris, J. 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution*. 24 (11): 599 – 605.
- Holl, K.D., Aide, T.M. 2011. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*. 261. 1558–1563.
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265: 1547-1551.
- Hughes, P., M.J. Rodrigues, D. R. Bellwood, D. Ceccarelli, O. Hoegh-Guldberg, L. Mccook, N. Moltschaniwskyj, M. S. Pratchett, R. S. Steneck, & Bette Willis. 2007. Phase Shifts, Herbivory, and the Resilience of Coral Reefs to Climate Change. *Current Biology* 17, 360–365, February 20.
- Humphries, S. E./Stanton, J. P. 1992. *Weed assessment in the wet tropics world heritage area of north Queensland*. Report to The Wet Tropics Management Agency. 75 pp. plus plates.
- IDEAM, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación colombiana de investigación agropecuaria. 2002b. *Vocación actual del uso de la tierra en Colombia*. Volumen 3. Subdirección de agrología, IGAC. Subdirección de investigación en sistemas de producción, Corpoica. Bogotá, Colombia.
- IGAC, Inderena y Conif. 1984. *Mapa de bosques de Colombia memoria explicativa*. Bogotá, D. C., Colombia.
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional, 2008. *Pesca y acuicultura*, Colombia. 70 p. "Informe Técnico Regional Cuencas del Magdalena, Sinú y Atrato".
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 1997. *Mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del territorio de Colombia*. IDEAM. Santafé de Bogotá. 485p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, ICA. 1987. *Mapa de Uso Actual de la Tierra en Colombia*. Memoria explicativa.
- Posada B.O. y Henao w. 2008. *Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe Colombiano*. Invemar. Serie de Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta, 124 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. 2001. Climate change. Impacts, Adaptation and



Vulnerability. *Contribution of the Working Group II to the Third Assessment Report*, 1032 p.

IPCC 2002. *Climate Change 2001: Synthesis Report*.

ITTO. 2009. *Manual for project monitoring, review, reporting and evaluation*. Third Edition. GI Series 14. International Tropical Timber Organization ITTO.

Jardel, E., Mass, M., y Rivera-Monroy, V.H. 2011. *La Investigación ecológica a largo Plazo en México*. Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. Universidad de Guadalajara. México.

J. I. Barrera-Cataño, C. Valdés-López, 2007. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*, Revista de la Facultad de Ciencias Edición especial II, Vol. 12, 11-24.

Laycock, W.A., 1995. New perspectives on ecological condition of rangelands: can state and transition or other models better define condition and diversity? In: Montes, L., Olivia, G.E. (Eds.), *Proceedings of the International Workshop on Plant Genetic Resources, Desertification and Sustainability*. INTAEEA, Río Gallegos, Argentina.

LERF (Laboratório de Ecologia e Restauracao Florestal). 2010. Pacto pela restauracao da mata Atlântica. Referencial dos conceitos e acoes de restauracao florestal. Sao Paulo. 259 pp.

Lindig-Cisneros & Zambrano. 2005. *La Restauración de Humedales, Temas sobre Restauración Ecológica*. Instituto Nacional de Ecología. México. 253 pp.

Lindig-Cisneros, A. Blanco, C. Sáenz, P. Alvarado, N. Melena. 2007. *Restauración adaptable en la meseta de Purépecha, Michoacán, México: Hacia un modelo de estados y transiciones*. Bol.Soc. Bot. Mex. 80 (Suplemento): 25-31 p.

López-Victoria, M. y S. Zea. 2004. Storm-mediated coral colonization by an excavating Caribbean sponge. *Clim. Res.*, 26: 251-256.

López-Victoria, M. y S. Zea. 2005. Current trends of space occupation by encrusting excavating sponges on Colombian coral reefs. *Mar. Ecol.*, 26: 36-41.

Lotero, J.H., Trujillo, L.N., Vargas, W.G., y Castellanos, O. 2007. *Restauración ecológica en páramos del Parque Nacional Natural Los Nevados. Experiencias de restauración ecológica en páramos luego de incendios forestales en la cuenca alta del río Otún*. Grupo de Investigación en gestión de agroecosistemas tropicales andinos Universidad Tecnológica de Pereira, Fundación Centro para la investigación en Sistemas Sostenibles de Producción agropecuaria (CIPAV). Parques Nacionales Naturales de Colombia. Editorial Andina. Pereira.

Lowe S., M. Browne, S. Boudjelas, M. De Poorter. *100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del Mundo. Una selección del Global Invasive Species Database*. ISSG, IUCN, CSE. 2004. Disponible en: [www.issg.org/spanish.pdf](http://www.issg.org/spanish.pdf) Fecha de consulta: 17-10-2008.

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

MAVDT, 2010. *Documento propuesta para el ajuste de la política de Biodiversidad*.

Machmer, M., y Steeger, C. 2002. *Effectiveness monitoring guidelines for ecosystem restoration*. Final Report. Habitat branch, ministry of water, land and air protection. Victoria. B.C.

Márquez, G. 1987. *Las Islas de Providencia y Santa Catalina, Ecología Regional*. Fondo FEN Colombia- Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 110 pp.

Márquez, G. 2003. *Ecosistemas estratégicos de Colombia*. En Línea: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

McCook, L. J. 1994. Understanding ecological community succession: Causal model and theories, a review. *Vegetatio* 110: 115-147.

McIver J.; Starr L. 2001. Restoration of degraded lands in the interior Columbia River basin: passive vs. active approaches. *Forest Ecology and Management* 153 (2001) 15-28.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Mojica J.I., Castellanos C., Usma J.S. y Álvarez R. 2002. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Serie de libros rojos de especies amenazadas de especies de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Moline, A. 1999. Tropical dry forest restoration in the Guanacaste Conservation Area, Costa Rica. *Restoration and Reclamation Review*. Student on-line journal. 4 (4): 1-7.

Morelos Coral Reef Lagoon, Mexico: a retrospective study. *Bot. Mar.*, 37: 421-428

Munshower, F.F. 1994. *Practical Handbook of Disturbed Land Revegetation*. Lewis Publishers. Boca Ratón, Florida.

- Newton, A.C., y Tejedor, N. 2011. *Principle and practice of forest landscape restoration. Case studies from the drylands of Latin America*. Gland, Switzerland: IUCN XXVI, 383pp.
- Noss, R. 2001. Beyond Kyoto: Forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology*, Vol. 15 (3): 578-590.
- Parkyn, S., Collier, K., Clapcott, J., David, B., Davies-Colley, R., Matheson, F., Quinn, J., Shaw, W., Storey, R. 2010. *Restoration Indicator Toolkit: Indicators for monitoring the ecological success of stream restoration*. New Zealand.
- Prahl, H. von, J. R. Cantera y R. Contreras. 1990. *Manglares y hombres del Pacífico colombiano*. Fondo FEN Colombia. Editorial Presencia, Santafé de Bogotá, 193 p.
- Pickett, S., White, P. 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic press INC, 472 p.
- Redi, B. H., R. J. Van Aarde, And T. D. Wassenaar. 2005. Coastal dune forest development and the regeneration of millipede communities. *Restoration Ecology* 13: 284–291.
- Reynolds, K.M., and Hessburg, P.F. 2005. Decision support for integrated landscape evaluation and restoration planning. *Forest Ecology and Management* 207: 263-278.
- Ríos, H.F. 2005. *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies invasoras en el distrito capital*. Subdirección científica Grupo de Ecología de la Restauración. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá.
- Rivera & Sinisterra 2006. CIPAV-CVC. *Restauración ecológica de suelos degradados por erosión en cárcavas en el enclave xerofítico de Dagua, Valle del Cauca, Colombia*.
- Calle Z. 2003. *Restauración de suelos y vegetación nativa: Ideas para una ganadería andina sostenible*. CIPAV. Cali, Colombia.
- Rodríguez N., Armenteras D., Morales M. y Romero M. 2004. *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 155 p.
- Rodríguez, M; Van Hoof, B. 2004. *Desempeño ambiental del sector palmero en Colombia*. Bogotá: Fedepalma. 157p.
- Rodríguez-Ramírez, A., et al., 2008. The effects of coral bleaching in the Southern Tropical America: Brazil, Colombia, and Venezuela. 105-114. En: Wilkinson, C y D. Souter (Eds.). *Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005*. Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville. 152 p.
- Rogers, C.S. 1990. Response of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 62:185-202.
- Rogers, C.S. 1993. Hurricanes and coral reefs: the intermediate disturbance hypothesis revisited. *Coral Reefs*, 12: 127-137.
- Rogers, C.S., V. Garrison y R. Grober-Dunsmore. 1997. *A fishy story about hurricanes and herbivory: seven years of research on a reef in St. John, U.S. Virgin Islands*. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., 1:555-560.
- Romero M., Cabrera E. Ortiz N. 2008. *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007*. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 186 p.
- Romero M., Galindo G., Otero J. y Admenteras D. 2004. *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Memoria explicativa del mapa (escala 1:1.000.000)*. Instituto de Investigación en recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Ross, M.S., P.L. Ruiz, G.J. Telesnicki y J.F. Meeder. 2001. Estimating above-ground biomass and production in mangrove communities of Biscayne National Park, Florida (U.S.A.). *Wetlands Ecol. Manag.*, 9: 27–37.
- Roth, L. C. 1997. Implications of periodic hurricane disturbance for the sustainable management of Caribbean mangroves. 18-34. En: Kjerfve, B., L.D. de Lacerda y E.H.S. Diop (Eds.). *Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa*. UNESCO, Paris. 349 p.
- Salazar-Vallejo, S.I. 2002. Huracanes y biodiversidad costera tropical. *Rev. Biol. Trop.*, 50 (2): 415-428.
- Samper, C. 2000. Ecosistemas Naturales, Restauración Ecológica e Investigación. En: E. Ponce de León (Ed.). *Memorias del Seminario de Restauración Ecológica y Reforestación*. Pp. 27-37. Fundación Alejandro Ángel Escobar – Fescol – GTZ. Bogotá, Colombia.
- Santamaría M., C. Campos, J.M Díaz. 2006. Transformación de hábitats y ecosistemas naturales. Tomo I. 151-161 p. En: Chaves, M.E. y Santamaría, M. (eds.). 2006. *Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos.
- Santamaría M, Campos C. y Díaz J.M. 2005. Transformación en la cobertura vegetal en ecosistemas naturales. En: Chaves, M. E. y M. Santamaría. (eds.).
- Scheffer, M., S. Carpenter, J.A. Foley, C. Folke y B. Walker. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413: 591-596.
- Sisk, T., Prather, J., Hampton, H., Aumack, E., Xu, Y., and Dickson, B. 2006. Participatory landscape analysis to guide restoration of ponderosa pine ecosystems in the American Southwest. *Landscape and Urban Planning*. 78: 300-310.

Smith, E. L. 1978. A Critical Evaluation of the Range Condition Concept. Inter. Congr. Rangel. Proc. 1st (Denver, Colo.) p. 266-267. En: Friedel (1991).

Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. *The SER International Primer on ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Society for Ecological Restoration International Science (SER) e International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) 2006. *La restauración ecológica – un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida*.

Spellerberg, I.F. 2005. *Monitoring ecological change*. Second Edition. Cambridge University Press. United Kingdom.

Stoddart, D.R. 1985. Hurricane effects on coral reefs. *Proc 5th Int. Coral Reef Cong.*, 5: 433-438.

Suding, K. N. & R. J. Hobbs. 2009. Models of Ecosystem Dynamics as Framework for Restoration Ecology. En: Hobbs, R. J. y K. N. Suding (eds.). *New Models for Ecosystem Dynamics and Restoration*. Society for Ecological Restoration International. Island Press. Washington. United States of America.

Paine, R.T. & A.C. Trimble 2004. Abrupt community change on a rocky shore - biological mechanisms contributing to the potential formation of an alternative state. *Ecol. Lett.*, 7, 441-445.

Tremblé, E., M. Colgan y M. Keevican. 1997. Hurricane disturbance and coral reef development: a geographic information system (GIS) analysis of 501 years of hurricane data from the Lesser Antilles. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, 1: 541-546.

Tom, R. 2000. Adaptive management of coastal ecosystem restoration projects. *Ecological Engineering*. 15: 365-372.

Tongway, D. J., & Hindley, N. L. (2004). *Landscape function analysis: Procedures for monitoring and assessing landscapes*. Canberra, Australia: CSIRO Sustainable Ecosystems.

Twilley, R., Rivera-Monroy, V., Chen, R., y Botero, L. 1998. Adapting an ecological mangrove model to simulate trajectories in restoration ecology. *Marine Pollution Bulletin*. 37 (8-12): 404-419.

UICN - Unión Mundial para la Naturaleza. 2006. *El futuro de la sostenibilidad: Re-pensando el medio ambiente y el desarrollo en el siglo veintiuno*. Reporte de la reunión de pensadores, Zurich, 29-31 de enero. 16 pp.

Vallejo-Joyas M.I., Londoño-Vega A.C. López- Camacho R., Galeano G., Álvarez-Dávila E. y Devia- Álvarez W. 2005. *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 310 p. (Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1).

Van der Hammen, T; 2008. En: Protocolo de recuperación y rehabilitación Ecológica de humedales en centros urbanos. Secretaría Distrital de Ambiente.

Van Tussenbroek, B. 1994. The impact of Hurricane Gilbert on the vegetation development of *Thalassia testudinum* in Puerto Morelos Coral Reef Lagoon, Mexico: a retrospective study. *Bot. Mar.*, 37: 421-428.

Vargas, O (Ed) 2007. *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.)*. Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico y Secretaría Distrital de Ambiente.

Vargas, O & Reyez (Eds) 2011. La restauración ecológica en la práctica. *Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 633 p.

Vargas-Angel, B. 1996. Distribution and community structure of the reef corals of Ensenada de Utría, Pacific coast of Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 44(2): 643-651.

Vargas, W. *Portafolio Nacional de Restauración de Bosques Secos Tropicales*. IAvH-MADS. En preparación.

Van Tussenbroek, B. 1994. The impact of Hurricane Gilbert on the vegetation development of *Thalassia testudinum* in Puerto Salazar-Vallejo, S.I. 2002. Huracanes y biodiversidad costera tropical. *Rev. Biol. Trop.*, 50 (2): 415-428.

Velasco, P. Lineamientos de restauración en Páramos. En: *Portafolio Nacional de Restauración de Páramos y Humedales de alta montaña*. IAvH-MADS. En preparación.

Wallington T.J, R.J Hobbs, S.A. Moore (2005) Implications of current ecological thinking for biodiversity conservation: a review of the salient issues. *Ecol. Soc.* 10(1):15.

Woodley, J.D et al., 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science*, 214: 749-755.

Worah, S. (n.d.). *Participatory Management of Forests & Protected Areas - A Trainer's Manual*. About MS-TCDC.

Zambrano, C. y D. Rubiano 1996. *Mapas del bosque de manglar de la costa pacífica colombiana, 1969, 1996 y multitemporal*. OIMT/MMA, Informe Técnico 7, Santafé de Bogotá, 40 p.

Zedler J. B. & J. C. Callaway. 1999. Tracking Wetland Restoration: Do Mitigation Sites Follow Desired Trajectories? *Restoration Ecology* 1999. Vol. 7 No. 1, pp. 69-73.

Zedler J. B. 2005. Ecological Restoration Guidance from Theory. San Francisco Estuary and Watershed. *Science*, 3(2).

Zuluaga J.A. 2001. *Los incendios forestales: Un conflicto a escala Global*. Mesa temática de medio ambiente. Universidad del Cauca. En: [http://purace.unicauca.edu.co/visioncauca/noticias/Los\\_incendios\\_forestales\\_un\\_conflicto.pdf](http://purace.unicauca.edu.co/visioncauca/noticias/Los_incendios_forestales_un_conflicto.pdf)

### Publicaciones sugeridas no citadas

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 2005. *Guía técnica para la restauración ecológica de las áreas afectadas por incendios forestales en el Distrito Capital*. Fondo Editorial. Bogotá, Colombia.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 2005. *Guía técnica para la restauración ecológica de las áreas afectadas por la expansión agropecuaria del Distrito Capital*. Fondo Editorial. Bogotá, Colombia.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 2005. *Guía técnica para la restauración ecológica de las áreas afectadas por especies invasoras en el Distrito Capital*. Fondo Editorial. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. *Protocolo de Restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF. 2003. *Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación*. Guía metodológica. 98p. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente-Fundación Bachaqueros. 2000. *Protocolo Distrital de Restauración*. 286p. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente. 2004. *Guía Técnica para la Restauración Ecológica en Áreas con Plantaciones Forestales Exóticas en el Distrito Capital*. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente. 2004. *Guía Técnica para la Restauración de Áreas de Ronda y Nacederos del Distrito Capital*. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente. 2008. *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Bogotá, Colombia.

Universidad Nacional de Colombia, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y Secretaría Distrital de Ambiente. 2007. *Restauración ecológica del Bosque Altoandino - Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.)*. Bogotá, Colombia.

Universidad Nacional de Colombia, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y Secretaría Distrital de Ambiente. 2007. *Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque altoandino*. Bogotá, Colombia.

Aguilar-Garavito M. 2010. Restauración ecológica en aéreas afectadas por la invasión de retamo espinoso en la Serranía el Zuque. Trabajo fin de máster. Master U. en Restauración de Ecosistemas. Universidades de Alcalá, Rey Juan Carlos, Complutense y Politécnica de Madrid. Madrid-España.

Serrada Hierro, R. 2000. Apuntes de repoblaciones forestales. . Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Serrada Hierro, R. 2008. Apuntes de Silvicultura. Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

## VI. ANEXOS

### ANEXO 1. NORMAS, POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS RELACIONADOS

A continuación se presentan los principales decretos, leyes y resoluciones considerados relevantes para la formulación del Plan Nacional de Restauración.

MARCO CONSTITUCIONAL	
NORMA	COMENTARIO
Artículo 8	“Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”.
Artículo 58	“Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivo de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social.  La propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal, le es inherente una función ecológica [...]”.
Artículo 79	“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.
Artículo 80	“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.  Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.  Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”.
Artículo 313	Corresponde a los Concejos: “9. Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio”.

MARCO LEGAL	
NORMA	COMENTARIO
Ley 2 de 1959	“Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables”.
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones. Artículo 1. “Es objeto de la presente Ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables [...]”.
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. “Artículo 2. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

MARCO LEGAL	
	<p>1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional [...].</p> <p>“Artículo 13. “Con el objeto de fomentar la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos naturales renovables, el Gobierno establecerá incentivos económicos”.</p> <p>Artículo 47. “Sin perjuicio de derechos legítimamente adquiridos por terceros o de las normas especiales de este Código, podrá declararse reservada una porción determinada o la totalidad de recursos naturales renovables de una región o zona cuando sea necesario para organizar o facilitar la prestación de un servicio público, adelantar programas de restauración, conservación o preservación de esos recursos y del ambiente, o cuando el Estado resuelva explotarlos [...]”.</p> <p>“Artículo 179. En la utilización de suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación”.</p> <p>“Artículo 182. Estarán sujetos a adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Inexplotación si, en especiales condiciones de manejo, se pueden poner en utilización económica;</li> <li>b. Aplicación inadecuada que interfiera la estabilidad del ambiente;</li> <li>c. Sujeción a limitaciones físico-químicas o biológicas que afecten la productividad del suelo;</li> <li>d. Explotación inadecuada”.</li> </ul> <p>“Artículo 183. Los proyectos de adecuación o restauración de suelos deberán fundamentarse en estudios técnicos de los cuales se induzca que no hay deterioro para los ecosistemas. Dichos proyectos requerirán aprobación”.</p> <p>Sección II. De administración y del uso.</p> <p>Artículo 332. “Las actividades permitidas en las áreas del Sistema de Parques Nacionales deberán realizarse de acuerdo con las siguientes definiciones: [...]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>f. De recuperación y control: Son las actividades, estudios e investigaciones, para la restauración total o parcial de un ecosistema o para acumulación de elementos o materias que lo condicionan”.</li> </ul>
<b>Ley 21 de 1991</b>	“Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76ª reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1989”.
<b>Ley 70 de 1993</b>	<p>“Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política”.</p> <p>“Artículo 55. Se garantiza el derecho de negociación colectiva para regular las relaciones laborales, con las excepciones que señale la ley.</p> <p>Es deber del Estado promover la concertación y los demás medios para la solución pacífica de los conflictos colectivos de trabajo”.</p>
<b>LEY 99 de 1993</b>	“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras

MARCO LEGAL	
	<p>disposiciones”.</p> <p>“Artículo 1. Principios generales ambientales: La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: [...]</p> <p>7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables”.</p> <p>Artículo 44. Porcentaje Ambiental de los Gravámenes a la Propiedad Inmueble: “[...] Las Corporaciones Autónomas Regionales destinarán recursos de que trata el presente artículo a la ejecución de programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción [...]”.</p> <p>Artículo 96. Restricción de Destino de los Recursos del Fondo Ambiental de la Amazonía y del FONAM. “En ningún caso se podrán destinar los recursos de estos fondos para cubrir los costos que deban asumir los usuarios públicos o privados en la restauración, restitución o reparación de daños ambientales ocasionados por ellos, ni en la ejecución de obras o medidas que deban adelantar tales usuarios por orden la de entidad responsable del control”.</p>
<b>Ley 152 de 1994</b>	<p>“Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo”</p> <p>Artículo 3. Los principios generales que rigen las actuaciones de las autoridades nacionales, regionales y territoriales en materia de planeación son: [...]</p> <p>h. Sustentabilidad ambiental. Para posibilitar un desarrollo socio - económico en armonía con el medio natural, los planes de desarrollo deberán considerar en sus estrategias, programas y proyectos, criterios que les permitan estimar costos y beneficios ambientales para definir las acciones que garanticen a las actuales y futuras generaciones una adecuada oferta ambiental”.</p>
<b>Ley 164 de 1994</b>	<p>“Por medio de la cual se aprueba la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992”.</p>
<b>Ley 165 de 1994</b>	<p>“Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992”.</p> <p>Artículo 8. Conservación <i>In Situ</i>. Cada parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda: [...]</p> <p>f. Rehabilitará y restaurará ecosistemas degradados y promoverá la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas mediante la elaboración y la aplicación de planes y otras estrategias de ordenación”.</p>
<b>Ley 299 de 1996</b>	<p>Protege la flora colombiana y se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones. Los jardines botánicos tienen entre sus objetivos primordiales contribuir a que la utilización de las especies de la flora y de los ecosistemas naturales se efectúe de tal manera que permita el uso y disfrute no solo para las actuales sino también para las futuras generaciones de habitantes del territorio colombiano, dentro del concepto del desarrollo sostenible. Así mismo, señala que los jardines botánicos establecerán programas especiales de arborización urbana, forestación y reforestación de cuencas hidrográficas.</p>
<b>Ley 388 de 1997</b>	<p>“Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones”.</p>
<b>Ley 357 de 1997</b>	<p>“Por medio de la cual se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, suscrita en Ramsar el 2 de febrero de 1971”.</p>
<b>Ley 388 de 1997</b>	<p>“Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras</p>

MARCO LEGAL	
	disposiciones”.
<b>Ley 1333 de 2009</b>	“Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones”.
<b>Ley 1450 de 2011</b>	<p>“Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014”.</p> <p>Bases del Plan.</p> <p>2. Lineamientos y acciones estratégicas</p> <p>a) Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos</p> <p>[...]</p> <p>Con el propósito de fortalecer la protección y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, para la planificación sectorial y el ordenamiento ambiental del territorio, se deberá: ...(5) adoptar e implementar el Plan Nacional de Restauración, Recuperación y Rehabilitación de Ecosistemas que incluirá actividades de reforestación con fines protectores, entre otras” (página 437).</p>
<b>Decreto 1791 de 1996</b>	“Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal”.
<b>Decreto 1996 de 1999</b>	<p>“Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas de la Sociedad Civil”.</p> <p>“Artículo 2. Objetivo. Las reservas de la sociedad civil tendrán como objetivo el manejo integrado bajo criterios de sustentabilidad que garantice la conservación, preservación, regeneración o restauración de los ecosistemas naturales contenidos en ellas y que permita la generación de bienes y servicios ambientales”.</p>
<b>Decreto 1900 de 2006</b>	<p>“Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones”</p> <p>“Artículo 5. [...] Destinación de los recursos. Las inversiones de que trata el presente decreto, se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental, de acuerdo con lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica que incluya la respectiva fuente hídrica de la que se toma el agua.</p> <p>En ausencia del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, los recursos se podrán invertir en algunas de las siguientes obras o actividades:</p> <p>a) Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en un porcentaje que establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial;</p> <p>b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural [...].”</p>
<b>Decreto 622 de 1977</b>	<p>“Por el cual se reglamenta parcialmente el capítulo V, título II, parte XIII del Decreto Ley 2811 de 1974 sobre Sistema de Parques Nacionales, la Ley 23 de 1973 y la Ley 2 de 1959”.</p> <p>“Artículo 5: Para efectos del presente Decreto se adoptan las siguientes definiciones: [...]</p> <p>4. Zona de Recuperación Natural. Zona que ha sufrido alteraciones en su ambiente natural y que está destinada al logro de la recuperación de la naturaleza que allí existió o a obtener mediante mecanismos de restauración un estado deseado del ciclo de evolución ecológica; lograda la recuperación o el estado deseado esta zona será denominada de acuerdo con la categoría que corresponda”.</p>
<b>Decreto 2372 de 2010</b>	“Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones”.
<b>Decreto 2820 de 2010</b>	<p>“Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”</p> <p>“Artículo 1. Definiciones. Para la correcta interpretación de las normas contenidas en el presente decreto, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>[...]</p> <p>Medidas de Compensación: las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las</p>



MARCO LEGAL	
	<p>comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.</p> <p>Medidas de corrección: las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.</p> <p>[...]</p> <p>Plan de Manejo Ambiental es el conjunto detallado de actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ecosistémicos que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. El Plan de Manejo Ambiental podrá hacer parte del Estudio de Impacto Ambiental o como instrumento de manejo y control para proyectos, obras o actividades que se encuentren amparados por un régimen de transición”.</p>
<b>Decreto 3570 de 2011</b>	<p>“Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible”.</p> <p>“Artículo 2. Además de las funciones determinadas en la Constitución Política y en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998 y en las demás leyes, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cumplirá las siguientes funciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar su conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente.</li> <li>2. Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos [...]”.</li> </ol>
<b>Resolución 1602 de 1995</b>	<p>“Por medio de la cual se dictan medidas para garantizar la sostenibilidad de los manglares en Colombia”.</p> <p>“Artículo 2. Prohibiciones. Se prohíben las siguientes obras, industrias y actividades que afectan el manglar:</p> <p>[...] Parágrafo 1. Parágrafo adicionado por el artículo 1° de la Resolución 20 de 1996. El nuevo texto es el siguiente: El aprovechamiento forestal único sólo será permitido cuando tenga por objeto la construcción de obras de interés público, siempre y cuando existan planes de compensación y restauración a que haya lugar. Esto sin perjuicio de las autorizaciones ambientales exigidas por la ley o reglamento [...].</p> <p>Artículo 4. Estudios y propuestas de zonificación.</p> <p>[...] Parágrafo 1. Las propuestas de las Autoridades Ambientales Regionales deberán incluir planes para la restauración del manglar [...]”.</p>
<b>Resolución 924 de 1997</b>	<p>“Por medio de la cual se establecen los términos de referencia para estudios sobre el estado actual y propuestas de zonificación de las áreas de manglar en Colombia”.</p>
<b>Resolución 769 de 2002</b>	<p>“Por medio de la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos”.</p>
<b>Resolución 643 de 2004</b>	<p>“Por medio de la cual se establecen los indicadores mínimos de que trata el artículo 11 del Decreto 1200 de 2004 y se adoptan otras disposiciones”.</p> <p>“Artículo 5. Indicadores ambientales. Los indicadores ambientales mínimos, ordenados según los objetivos de desarrollo sostenible son los siguientes:</p> <p>Número de hectáreas de bosques naturales, páramos y humedales en restauración.</p> <p>[...]</p> <p>“Artículo 6. Los indicadores mínimos de gestión relacionados con las acciones de las Corporaciones sobre los recursos naturales renovables y el medio ambiente, clasificados según los objetivos de desarrollo sostenible, son los siguientes:</p> <p>[...]</p>

MARCO LEGAL	
	<p>6. Número de hectáreas de bosques naturales, páramos y humedales en restauración. [...] Para disminuir el riesgo por desabastecimiento de agua. [...]</p> <p>7. Número de hectáreas, de reforestación, y/o revegetalización establecidas para proteger cuencas abastecedoras de acueductos de centros poblados [...].”</p>
<b>Resolución 532 de 2005</b>	<p>“Por la cual se establecen requisitos, términos, condiciones y obligaciones, para las quemas abiertas controladas en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras”.</p> <p>“Artículo 7. Las medidas adoptadas dentro del Plan de Contingencia en cualquiera de las actividades reglamentadas en la presente resolución, deberán estar articuladas con los lineamientos establecidos en el Plan Nacional para la Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas y los Planes de Contingencia Regionales y Locales”.</p>
<b>Resolución 247 de 2007</b>	<p>“Por la cual se establece el Protocolo para el desarrollo de la estrategia de Restauración Ecológica Participativa (REP) al interior de las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales y se toman otras determinaciones”.</p>
<b>Resolución 918 de 2011</b>	<p>“Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social y se adoptan otras determinaciones”.</p> <p>“[...] Artículo 10. Medidas de compensación, restauración y recuperación. La sustracción de las áreas de reserva forestal para el desarrollo de actividades de utilidad pública o interés social, dará lugar a la implementación de las medidas que establezcan las Autoridades Ambientales competentes de acuerdo con los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En sustracciones temporales: Se deberán implementar medidas de recuperación y rehabilitación para la restauración ecológica del área temporalmente sustraída.</li> <li>2. En sustracciones definitivas: Se deberá compensar con área de valor ecológico equivalente al área sustraída de la reserva forestal [...].”</li> </ol>
<b>Resolución 1517 de 2012</b>	<p>“Por medio de la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad”.</p>

Las siguientes son las principales políticas, planes, programas y estrategias que están relacionadas en algunas de sus acciones o líneas con el Plan Nacional de Restauración.

TÍTULO	OBJETIVO/COMENTARIOS
<b>Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos</b>	<i>Promover la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, para mantener o aumentar la capacidad adaptativa (resiliencia) de los socio-ecosistemas a escalas nacional, regional y local en escenarios de cambio, mediante la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil.</i>
<b>Política Nacional de Humedales Interiores</b>	<p><i>Propender por la conservación y el uso racional de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País.</i></p> <p><b>PLAN DE ACCIÓN:</b></p> <p><b>Objetivo Estratégico D:</b> <i>Mejorar los beneficios para todos provenientes de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos:</i></p>

TÍTULO	OBJETIVO/COMENTARIOS
	<p><b>Meta 14:</b> Para 2020, se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y los pobres y vulnerables.</p> <p><b>Meta 15:</b> Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15% de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a éste, así como a la lucha contra la desertificación.</p>
<p><b>Política de Gestión Ambiental Urbana</b></p>	<p>Establecer directrices para el manejo sostenible de las áreas urbanas, definiendo el papel y el alcance e identificando recursos e instrumentos de los diferentes actores involucrados, de acuerdo con sus competencias y funciones, con el fin de armonizar la gestión, las políticas sectoriales y fortalecer los espacios de coordinación interinstitucional y de participación ciudadana, para contribuir la sostenibilidad ambiental urbana y a la calidad de vida de sus pobladores, reconociendo la diversidad regional y los tipos de áreas urbanas en Colombia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“[...] Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural [...]”</li> <li>“[...] Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional [...]”</li> </ul>
<p><b>Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia</b></p>	<p>Propender por el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras, que permita, mediante su manejo integrado, contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana, al desarrollo armónico de las actividades productivas y a la conservación y preservación de los ecosistemas y recursos marinos y costeros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“[...] se fundamenta en la promoción de la utilización de las herramientas que nos brinda el ordenamiento territorial para asignar usos sostenibles al territorio marítimo y costero nacional, a propiciar formas mejoradas de gobierno que armonicen y articulen la planificación del desarrollo costero sectorial, a la conservación y restauración de los bienes y servicios que proveen sus ecosistemas, [...]”</li> </ul> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“3. Adoptar medidas de conservación, rehabilitación o restauración de los ecosistemas marinos y costeros y sus recursos, para preservar la diversidad biológica y garantizar la sostenibilidad de la oferta de bienes y prestación de servicios ambientales”.</li> </ul> <p>Programa de Sostenibilidad Ambiental Sectorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“Objetivo 3. Recuperación de áreas que requieran medidas de</li> </ul>

TÍTULO	OBJETIVO/COMENTARIOS
	<p><i>descontaminación o restauración ambiental, como consecuencia del desarrollo y expansión sectoriales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>“Meta: Incorporar criterios ambientales en el desarrollo de la infraestructura costera y el crecimiento de los sectores dinamizadores de la economía e identificar e instrumentalizar las soluciones a los conflictos intersectoriales por el uso y acceso a los ecosistemas y recursos marinos y costeros, con el fin de armonizar el desarrollo socioeconómico con la conservación y restauración de los ecosistemas y recursos marinos y costeros”.</i></li> </ul> <p><i>Sostenibilidad de la base natural:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>“Adoptar medidas de conservación, rehabilitación o restauración de los ecosistemas marinos y costeros y sus recursos, para preservar la diversidad biológica y garantizar la sostenibilidad de la oferta de bienes y prestación de servicios ambientales”.</i></li> </ul> <p><i>Estrategia No.1:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rehabilitación y Restauración de Ecosistemas Marinos y Costeros: establecer programas para recuperar, rehabilitar o restaurar ecosistemas marinos y costeros, e incorporarlos como áreas de manejo especial dentro de los procesos de ordenamiento territorial:</i></li> </ul> <p><i>“[...] Una función muy importante de los programas de manejo costero es restringir futuras pérdidas ecológicas, pero paralelamente reparar los sistemas naturales afectados. La conservación y restauración son dos herramientas para cumplir estos objetivos”.</i></p> <p><i>“[...] Esta estrategia de conservación y restauración es un propósito nacional con metas, objetivos, métodos y sitios determinados que deben afinarse en el contexto regional y subregional. Promoverá el que se involucren todos los niveles de gobierno con injerencia en la administración y desarrollo costero, así como los usuarios incluyendo las comunidades que dependen de estos ecosistemas”.</i></p> <p><i>Programa de rehabilitación y restauración de ecosistemas marinos y costeros degradados:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>“Meta: Formular, concertar y operar programas de rehabilitación o restauración de ecosistemas degradados de particular importancia para el desarrollo nacional”</i></li> <li>• <i>“[...] El Ministerio del Medio Ambiente coordinará que las CAR y las Corporaciones de Desarrollo Sostenible costeras, con el apoyo del Invermar, diseñen e inicien la implementación de un programa de restauración de los ecosistemas degradados identificados en la caracterización de cada Unidad Ambiental, [...]”</i></li> </ul>
<p><b>Política de Educación Ambiental</b></p>	<p><i>Promover la concertación, la planeación, la ejecución y la evaluación conjunta a nivel intersectorial e interinstitucional de planes, programas, proyectos y estrategias de educación formales, no formales e informales, a nivel nacional, regional y local.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>“[...] Dicho proyecto parte de reconocer que lo ambiental tiene su concreción en lo regional y lo local y que el estado del medio ambiente está afectado por la acción de la sociedad y los distintos sectores de la</i></li> </ul>

TÍTULO	OBJETIVO/COMENTARIOS
	<i>economía; gira en torno a la restauración y conservación de áreas prioritarias en eco-regiones estratégicas, buscando promover y fomentar el desarrollo sostenible en el nivel regional [...]</i>
<b>Política de Bosques</b>	<p><i>Lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población.</i></p> <p>1. Áreas de bosque de dominio público:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“[...] Esta área de bosques estará constituida por tierras de dominio público cubiertas por bosques primarios, bosques intervenidos, bosques secundarios, áreas públicas de aptitud forestal que sean objeto de reforestación, y áreas públicas degradadas donde se realicen programas de restauración forestal [...]”</li> </ul>
<b>Política de Participación Social en la Conservación</b>	<p><i>Promover y consolidar procesos de participación social y coordinación interinstitucional para la conservación de la biodiversidad, de los servicios ambientales de las áreas protegidas y de la diversidad cultural del país. Consolidar un sistema de información en red para la planificación y gestión ambiental participativa. Contribuir con la solución de conflictos por uso y ocupación de las áreas protegidas y sus zonas de influencia, a través de la búsqueda de alternativas sostenibles. Organizar los procesos de investigación e incrementar el conocimiento de la realidad ambiental y cultural de las áreas protegidas y su entorno. Generar estrategias de educación, comunicación y divulgación, orientadas a la puesta en marcha de procesos participativos en instancias locales, regionales, nacionales e internacionales. Fortalecer el carácter de uso público y el conocimiento de los beneficios ambientales del Sistema de Parques Nacionales Naturales.</i></p> <p><i>Sistemas agrarios para la conservación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“[...] La Unidad de Parques tiene bajo su responsabilidad la protección de ecosistemas estratégicos donde confluyen la mayoría de los problemas del desarrollo rural que afectan al país. Desde esta posición puede generar, con algunos ajustes a su infraestructura institucional, procesos tendientes a la conservación y restauración de ecosistemas, a la protección de la biodiversidad y al mejoramiento de las estructuras económicas regionales [...]”</li> </ul>
<b>Plan Verde</b>	<i>“Plan Estratégico para la Restauración y el Establecimiento de Bosques en Colombia (Plan Verde)”</i>
<b>Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014</b>	<p><i>Con el objetivo de fortalecer la preservación y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, se deberá adoptar e implementar el Plan Nacional de Restauración, Recuperación y Rehabilitación de Ecosistema (punto No. 2, Lineamientos y acciones estratégicas, acápite a) Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, numeral 5, página 437), y se plantean como meta 280.000 hectáreas restauradas o rehabilitadas con fines de protección, incluyendo corredores biológicos de conectividad, así como deforestación evitada, con el fin de llegar a 400.000 hectáreas restauradas o rehabilitadas.</i></p> <p><i>En el capítulo VI sobre sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo, se destaca lo siguiente:</i></p> <p><i>“[...] El objetivo de la política ambiental durante este cuatrienio será garantizar la recuperación y el mantenimiento del capital natural y de sus servicios ecosistémicos, como soporte del crecimiento económico y apoyo a las locomotoras para la prosperidad democrática. El Plan destaca aspectos instrumentales relevantes para</i></p>

TÍTULO	OBJETIVO/COMENTARIOS
	<p><i>avanzar hacia un desarrollo sostenible y la conservación –preservación, protección, restauración y uso sostenible– del capital natural, mediante la incorporación de variables ambientales en cada una de las locomotoras y regiones y en los capítulos de Crecimiento Sostenible y Competitividad y Convergencia y Desarrollo Regional [...]” (página 429).</i></p> <p><i>“Con el fin de fortalecer el uso sostenible de la biodiversidad para la competitividad y el crecimiento económico y social, se propenderá por [...]”</i></p> <p><i>(5) promover la formulación de programas para el desarrollo de tecnologías para la restauración, recuperación, rehabilitación de ecosistemas y uso sostenible de la biodiversidad, en coordinación con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (página 438)”.</i></p>
<p><b>Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia</b></p>	<p><i>Adelantar acciones contra la degradación de tierras, desertificación y mitigación de los efectos de la sequía, así como para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, a partir de la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir dichos procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.</i></p> <p><i>“[...] Las dos grandes líneas de acción contempladas para tal fin se relacionan con la ordenación, manejo y restauración de ecosistemas y áreas protegidas y la conservación de la biodiversidad [...]”.</i></p> <p><i>“[...] El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, cuenta con la Dirección de Ecosistemas, dependencia encargada de formular e implementar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación con respecto a la conservación, manejo, restauración y uso sostenible de los ecosistemas, incluidos los de zonas secas; diseñar y proponer las reglas y criterios técnicos y metodológicos para la zonificación y ordenación ambiental de los ecosistemas de valor estratégico como apoyo a los procesos de ordenamiento territorial; y regular las condiciones generales del uso sostenible, aprovechamiento, manejo, conservación y restauración de la diversidad biológica tendientes a prevenir, mitigar y controlar su pérdida y/o deterioro [...]”.</i></p> <p><i>A 2020 Colombia habrá avanzado en la implementación de estrategias, acciones y mecanismos para la prevención, corrección, restauración, recuperación o detención de los procesos de degradación de tierras, desertificación y mitigación de la sequía, especialmente en las zonas secas, de manera articulada con las instancias internacionales, nacionales, regionales y locales, teniendo en cuenta una visión ecosistémica que garantice la gestión integrada y sostenible de la tierra, el agua, los recursos vivos y ecosistemas, considerando los factores ecológicos, socioeconómicos y culturales del país.</i></p> <p><i>En los objetivos específicos se tiene lo siguiente:</i></p> <p><i>5. Integrar los mandatos de las Convenciones de Cambio Climático, Diversidad Biológica, RAMSAR y Lucha Contra la Desertificación, en particular lo relacionado con la incidencia del cambio climático en las zonas secas, la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en tierras secas y subhúmedas, la restauración de humedales y tierras degradadas circundantes, y la lucha contra la degradación de tierras y desertificación.</i></p>
<p><b>Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas</b></p>	<p><i>Establecer los lineamientos de orden nacional para la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales, mitigando su impacto y fortaleciendo la organización nacional, regional y local.</i></p>

TÍTULO	OBJETIVO/COMENTARIOS
<b>Plan Nacional de Desarrollo Forestal</b>	<p><i>Establecer un marco estratégico que incorpore activamente el sector forestal al desarrollo nacional, optimizando las ventajas comparativas y promoviendo la competitividad de productos forestales maderables y no maderables en el mercado nacional e internacional, a partir del manejo sostenible de los bosques naturales y plantados.</i></p> <p><i>En el subprograma de restauración y rehabilitación de ecosistemas forestales se tiene:</i></p> <p><i>“[...] El subprograma emprenderá acciones para fomentar el establecimiento y manejo de las coberturas vegetales que permitan la restauración y rehabilitación de ecosistemas forestales, para mejorar la oferta de bienes y servicios ambientales y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana [...]”.</i></p>
<b>Programa Nacional de Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar</b>	<p><i>Establecen la necesidad de llevar a cabo por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales con injerencia en las zonas costeras del país, estudios tendientes a la zonificación de las áreas de manglar en Colombia y la definición de los lineamientos para su manejo.</i></p> <p><i>En el subprograma 6: Restauración y restablecimiento de áreas alteradas y deterioradas de manglar, se tiene lo siguiente:</i></p> <p><i>“[...] Lograr la restauración y el monitoreo de las áreas de manglar alteradas, deterioradas y críticas, identificadas por las comunidades locales y en los estudios realizados por Invemar, las CAR, las CDS y el Proyecto Manglares de Colombia [...]”.</i></p>
<b>Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera</b>	<p><i>Promover y propiciar la obtención y divulgación de conocimiento sobre los componentes de la biodiversidad marina y costera, con énfasis en aquellos identificados como estratégicos, importantes y prioritarios para la adopción de acciones tendientes a su conservación y uso sostenible.</i></p>
<b>Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación</b>	<p><i>Investigar, evaluar, reducir y prevenir la contaminación de fuentes terrestres y marinas, basada en la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, en la cual uno de sus objetivos específicos plantea establecer lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en los espacios oceánicos y zonas costeras; adoptar medidas de conservación, rehabilitación o restauración de los ecosistemas marinos y costeros; y proporcionar un ambiente marino y costero sano para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Como parte de este último objetivo, se definió la estrategia de prevención, reducción y control de la contaminación.</i></p>
<b>Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas</b>	<p><i>Fomentar las acciones de propagación y restauración de las poblaciones estudiadas. En su meta No. 8 determina:</i></p> <p><i>“[...] Conservar 60% de las especies amenazadas en colecciones ex situ accesibles, preferiblemente en su país de origen, y 10% de ellas incluidas en programas de restauración [...]”.</i></p> <p><i>Así mismo, en la meta No. 10 se plantea: “Implementar planes de gestión para al menos 100 especies invasoras que amenazan a las plantas, las comunidades de plantas y los hábitats y ecosistemas asociados, dentro de lo cual se tiene la restauración ecológica por impactos de especies invasoras”.</i></p>
<b>Estrategia para un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas</b>	<p><i>Asegurar la conservación de la diversidad biológica y cultural y la producción sostenible de bienes y servicios ambientales indispensables para el desarrollo económico, social y ambiental de la Nación mediante el diseño y puesta en marcha de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el cual estará integrado a la dinámica económica, social y ambiental de las regiones.</i></p>

---

## ANEXO 2. MODELOS CONCEPTUALES EMPLEADOS EN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA (TOMADO DE VELASCO, EN PREP.)

---

La modelación de ecosistemas es una herramienta valiosa en procesos de restauración y gestión. Permite identificar los ecosistemas que están en capacidad de recuperarse sin necesidad de intervención o los que requieren de grandes esfuerzos de restauración. Al momento de plantear estrategias de restauración, la mayor parte de las veces no se cuenta con el conocimiento para iniciar un proceso de restauración ecológica, por tanto se requiere de estrategias y técnicas que permitan generar el conocimiento, y dirigir las acciones hasta alcanzar las metas propuestas.

En los últimos años, los biólogos de la conservación y restauración reconocen cada vez más que la dinámica de los ecosistemas pueden ser compleja, no lineal y, a menudo, imprevisible (Wallington *et al.*, 2005), lo que implica plantearse modelos de intervención. Los modelos son herramientas útiles en la comprensión de las dinámicas de los ecosistemas y en su seguimiento, pero no pretenden ofrecer respuestas específicas o generales para todos los retos de la restauración (Suding y Hobbs, 2009).

Por esta misma razón los modelos no deben convertirse en una obligación de la naturaleza ni en una obsesión del proyecto de restauración. El objetivo o trayectoria posible de un ecosistema restaurado debe ser flexible y dinámico, fluctuando entre lo que se desea y las limitaciones para lograrlo (tiempo, presupuesto, variables ambientales, impactos previos, etc.).

La definición de tipos generales de trayectorias de sucesión ecológica para distintas clases de ecosistemas en diferentes regiones, es un asunto cuyo desarrollo aun es incipiente. La acumulación de más y mejor evidencia permitirá conocer qué tanto los procesos de restauración de ecosistemas naturales pueden inducirse y preverse, y qué tanto el resultado final depende de las circunstancias actuales, distintas de las originales, y de factores estocásticos (Zedler y Callaway, 1999).

### Tipos de modelos

Existen varios tipos de modelos de ecosistemas y diferentes formas de diferenciarlos, Suding y Hobbs (2008) proponen tres:

**Modelos continuos:** Asumen que el ecosistema responde de una forma continua a los cambios ambientales y retorna a su estado predisturbio o trayectoria sucesional después de cualquier intervención y predice una teoría sucesional clásica, donde el ecosistema se encuentra en una condición de equilibrio. Un cambio en el medio ambiente conduce a un cambio proporcional en la composición de especies, el aumento o disminución de las condiciones ambientales en el tiempo conduce a un cambio proporcional en la composición de las especies, hacia arriba o hacia abajo en la misma trayectoria (Suding y Hobbs 2009) (Cuadro 1).

**Modelos estocásticos:** Presentan un régimen de alta variabilidad y no equilibrio. No se encuentran relaciones entre las respuestas del ecosistema y el ambiente.

**Modelos de umbrales o Modelos de cambio de regímenes:** Un umbral se puede definir como un punto en donde incluso pequeños cambios en las condiciones ambientales generan grandes cambios en las variables de estado del sistema, imposibilitando la continuidad del estado anterior, generando nuevas

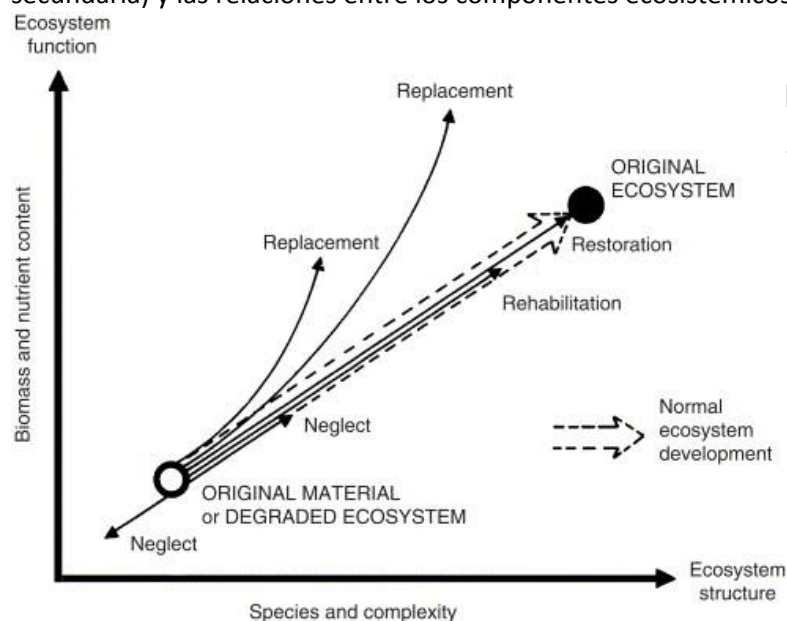


características en las que se funcionará el nuevo estado, con su respectivo equilibrio (Stringham y Krueger, 2011). Estos modelos describen grandes cambios con pequeñas variaciones en las condiciones ambientales. Los modelos de umbral presentan la aplicabilidad a la toma de decisiones y el manejo en escalas de tiempo relativamente cortas y en los sistemas afectados por el hombre (Suding y Hobbs, 2009).

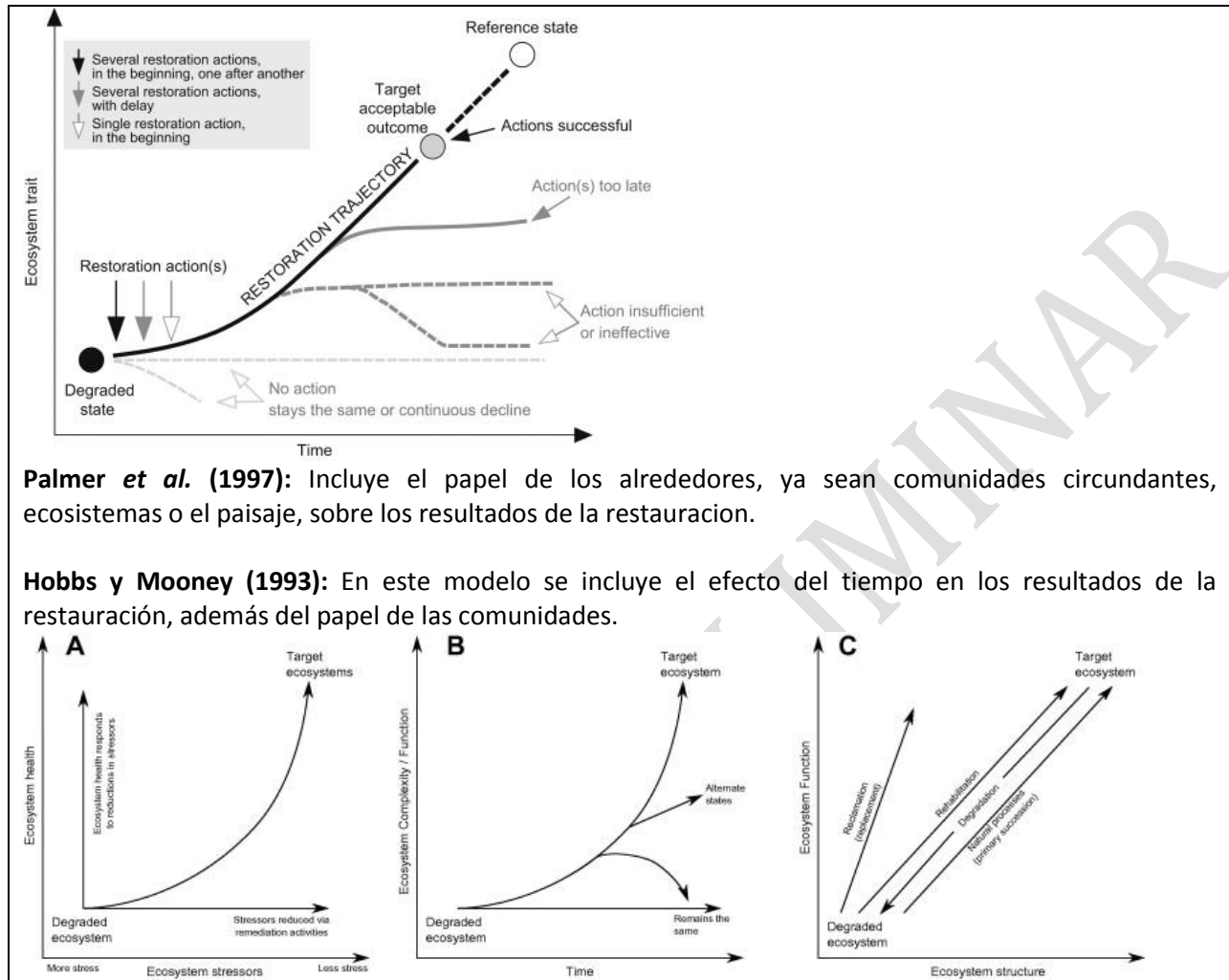
De este tipo de modelo existen dos variantes: i) Modelo de umbral de no histéresis cuando la composición de especies cambia rápidamente en un punto dado en el gradiente ambiental, donde los cambios en el gradiente ambiental (o de otros factores externos) pueden empujar a un sistema de un estado a otro y ii) Modelo de umbrales de histéresis o de estados estables, que ocurre cuando en el mismo hábitat sí hay varias estados del sistema alterado (Cuadro 2).

#### CUADRO 1. MODELOS CONTINUOS APLICADOS A LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

**Bradshaw (1984):** En este modelo se pretende llevar el ecosistema degradado a las condiciones que existían antes de la perturbación, a o uno parecido (ecosistema de referencia); cuando no se alcanza es una recuperación o reemplazo. El proceso de restauración sigue el camino de una sucesión (primaria o secundaria) y las relaciones entre los componentes ecosistémicos son simples.



**Hobs y Norton (1996):** Este modelo considera el efecto del nivel del disturbio sobre la naturaleza y la intensidad del esfuerzo requerido para la lograr las acciones de restauración.



**Palmer *et al.* (1997):** Incluye el papel de los alrededores, ya sean comunidades circundantes, ecosistemas o el paisaje, sobre los resultados de la restauración.

**Hobbs y Mooney (1993):** En este modelo se incluye el efecto del tiempo en los resultados de la restauración, además del papel de las comunidades.

El modelo de estados estables predice la dinámica de umbrales bióticos o abióticos, los cuales mantienen el sistema dentro de un determinado estado estable por procesos de retroalimentación, además plantea que cuando se eliminan las causas o disturbios responsables del desvío de la sucesión, el ecosistema no vuelve a su estado original como lo sustentan los modelos de sucesión lineal, sino que es desviado a diferentes estados distintos al estado predisturbio (Suding y Hobbs, 2009).

Para que se considere un estado estable, debe cumplir los siguientes condicionantes: i) existencia de procesos de retroalimentación positiva que lo mantengan en el estado (por ejemplo ocurrencia de fuegos, pastoreo); ii) la transición entre los estados no debe ser lineal, puede existir un salto temporal entre las variables que describen el sistema y iii) presenta histéresis, es decir que el camino que lo condujo en cambio entre estados es diferente al que conduce un cambio en sentido inverso (Linding-Cisneros, 2009). A pesar de que los modelos de umbral son altamente relevantes, no se aplican de manera uniforme a todos los sistemas, ya que los impactos humanos podrían ampliar la gama de hábitats donde se producen la dinámica de umbral, y hay tanto beneficios como riesgos para las decisiones de conservación y restauración que presuponen la dinámica del umbral.

Existe una evidencia creciente que indica que los seres humanos influyen en la capacidad de recuperación ecológica de un sistema mediante la alteración de la capacidad biótica del sistema para hacer frente a las perturbaciones. Estos cambios en la diversidad pueden afectar la capacidad de reconstrucción ecosistémica a través de una combinación de los impactos, ya que muchos grupos tienen un papel crítico en la reconfiguración de una comunidad después de una perturbación (Hughes *et al.*, 2005.) La respuesta de la biodiversidad podría ser importante para las consideraciones de conservación y restauración, teniendo en cuenta la incertidumbre los regímenes de perturbaciones futuras y los cambios ambientales.

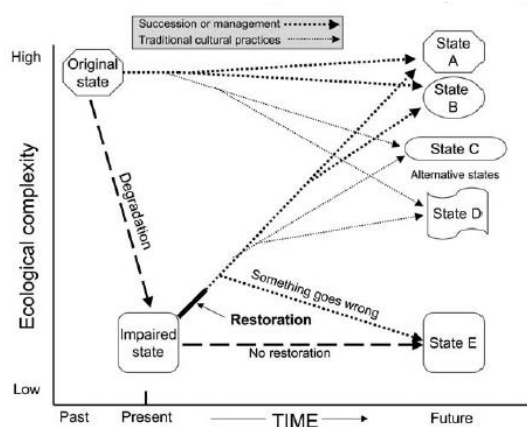
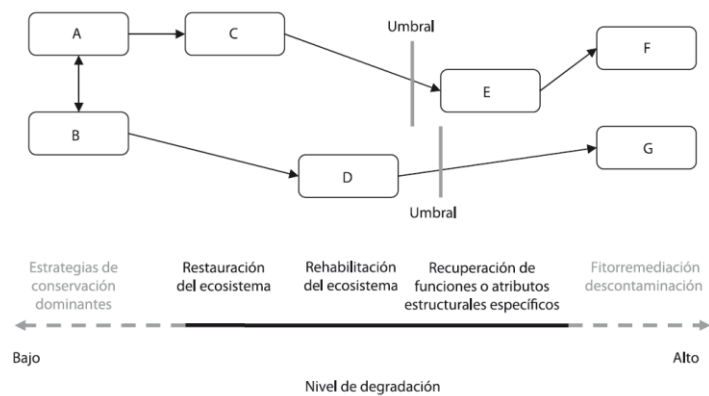
Para aumentar la diversidad de la respuesta y la resiliencia ecológica, se deberán crear mezclas de restauración con muchas especies aparentemente "redundantes" de una amplia gama de entornos, con un énfasis en el aumento de la diversidad a nivel de población, además de considerar la migración asistida de especies y la reintroducción.

Debido a las altas frecuencias de perturbación y el rápido ritmo de los cambios ambientales, muchos sistemas nunca podrían cumplir los criterios de estabilidad. La dinámica de umbral puede ser más frecuente en las zonas que experimentan un cambio sustancial del medio ambiente. Será importante comprender cómo estos cambios influyen en la elasticidad de un sistema, si la variabilidad climática temporal puede causar cambios de umbral (Paine y Trimble, 2004), así como si nuevas combinaciones de factores externos como el cambio en la precipitación y en la fijación de nitrógeno, pueden influir en la probabilidad de estos cambios (Hobbs, 2001).

## **CUADRO 2.**

### **MODELOS DE ESTADOS Y TRANSICIONES**

**Modelo Hipotético de Restauración en un Humedal** (Lindig-Cisneros y Zambrano, 2005). Las actividades humanas pueden causar perturbaciones que degradan al sistema y lo dirigen hacia estados (C y D), en los cuales se requiere de medidas de restauración si se desea regresar al sistema a los estados más deseables. El ecosistema puede ser perturbado aún más, causando que se crucen transiciones no lineales (umbrales, líneas verticales grises en el diagrama) que impiden que el sistema se recupere hacia estados menos degradados; en algunos casos será posible recuperar algunas de las funciones o parte de la estructura (E) pero, en otros, el daño será completamente irreversible (F y G), y bajo estas circunstancias es la ingeniería la que puede controlar este tipo de agentes generadores de alteración.



### Esquema de representación de las trayectorias de los ecosistemas (Clewell y Aronson, 2009).

La figura muestra cinco posibles estados futuro de la restauración (A a E) que difieren entre sí (en el lado derecho). La trayectoria del estado original podría dar lugar a ningún cambio, como en el estado A, o B a un estado transformado, suponiendo un cambio en las condiciones ambientales. Sin restauración, la trayectoria del estado de deterioro no conduciría a cambio en el estado de E. La restauración permitiría superar el umbral de irreversibilidad del ecosistema en deterioro hasta convertirse en intacto y autosuficiente, en etapas tempranas de su desarrollo. Después de esto la sucesión biológica, junto con el manejo del ecosistema, permite el desarrollo de cualquiera de varios estados ecológicamente maduros, estado A o estado B (según el caso) y también los estados alternativos C o D (ambos ecosistemas culturales), suponiendo que las prácticas culturales contemporáneas se mantengan.

### Modelo de trayectorias de ecosistemas nuevos - híbridos - naturales

El grado de alteración y los cambios de los atributos del ecosistema, define si es un ecosistema nuevo, híbrido o "natural". Los ecosistemas nuevos o emergentes están compuestos por especies no nativas o que muestran propiedades funcionales diferentes de los rangos históricos. Los sistemas híbridos, por su parte, conservan propiedades estructurales de los rangos históricos, pero el funcionamiento se ubica fuera del rango previo (Hobbs *et al.*, 2009).

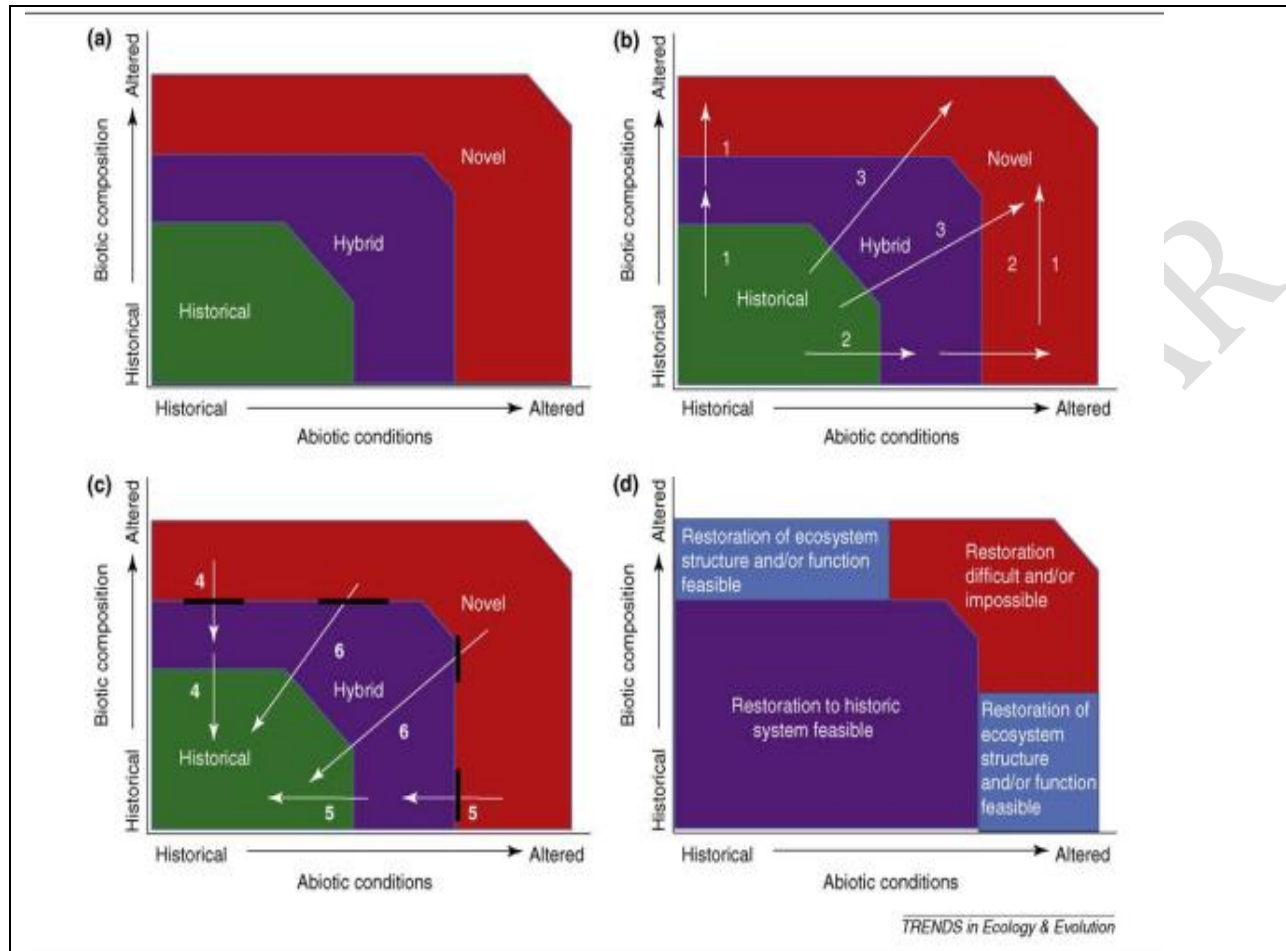


Figura 1. Tipos de ecosistema desarrollados bajo diferentes niveles de alteración biótica y abiótica. (a) Tres tipos de estados del sistema: I) Histórico, en el cual el ecosistema presenta características remanentes dentro del rango de variabilidad histórico; II) Híbrido, en el cual el ecosistema está parcialmente modificado del rango histórico de variabilidad debido a cambios bióticos o abióticos; III) Nuevo o emergente, en el cual el sistema ha sido irreversiblemente modificado debido a grandes cambios de las condiciones abióticas o la composición biótica. (b) Vías potenciales de desarrollo de los ecosistemas por cambios de composición y función a nivel biótico y cambios abióticos. Vía 1: es conducida principalmente por la pérdida de especies o la introducción de especies invasoras; vía 2: se genera por cambios en condiciones abióticas; vía 3: se da por cambios en condiciones abióticas y bióticas actuando de manera conjunta y sinérgica. (c) Revertir las vías de desarrollo mediante la remoción de especies invasoras (vía 4), la remediación/enmiendas/recuperación de condiciones ambientales (vía 5 y 6), las líneas oscuras representan la presencia de potenciales umbrales de restauración. (d) El estado del sistema puede dividirse en áreas en las cuales la restauración hacia los rangos históricos de variabilidad es posible (lo que incluye en su mayoría sistemas híbridos), áreas en que la restauración del ecosistema a nivel de función o estructura puede ser posible sin retornar a los rangos históricos de variabilidad, y áreas en donde la restauración es muy difícil o imposible y la alternativa es mejorar los objetivos de manejo (tomado de: Hobbs *et al.*, 2009).

--

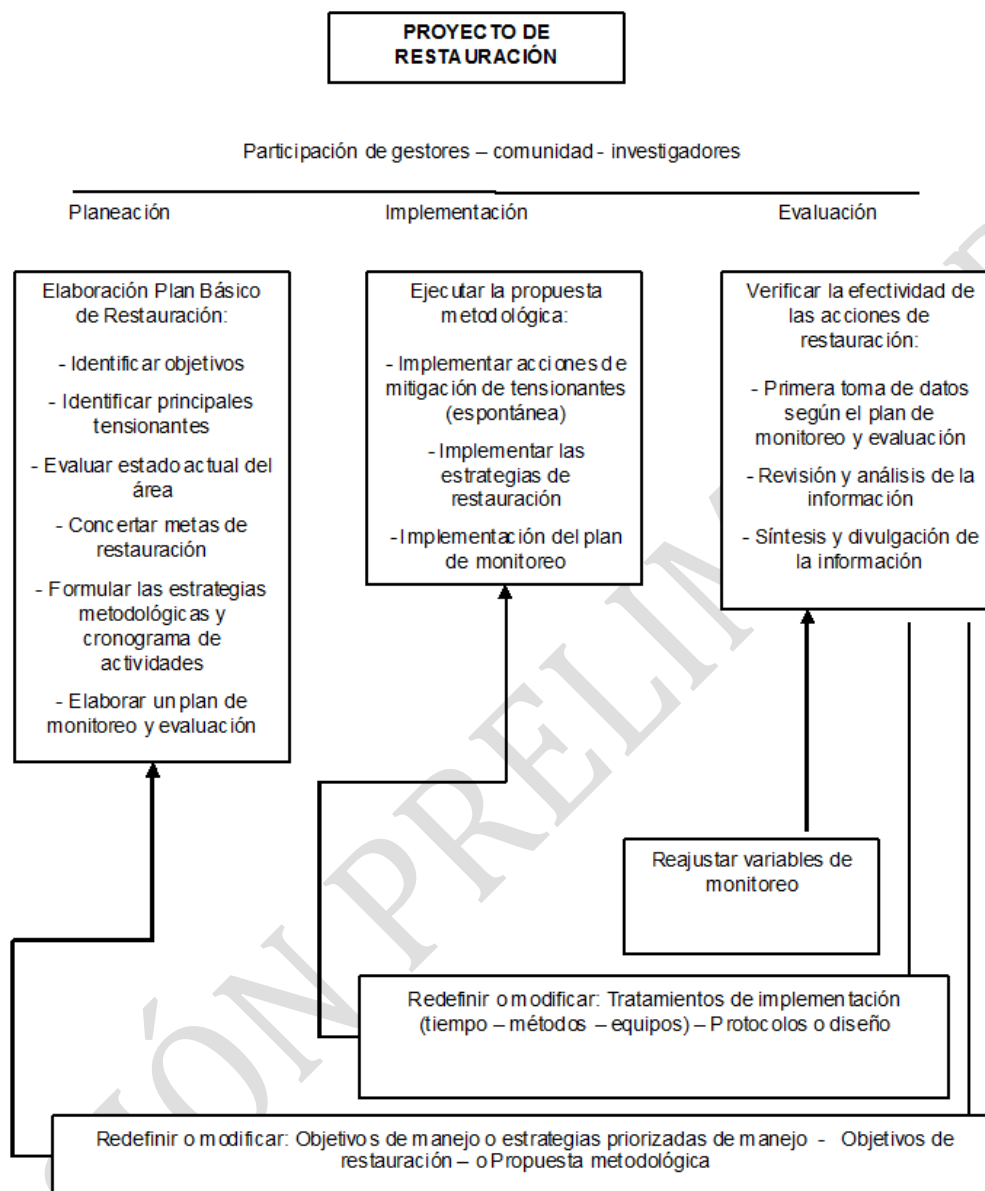
VERSIÓN PRELIMINAR

---

### ANEXO 3. PROGRAMA DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN PARA LA RESTAURACIÓN

---

La naturaleza experimental de la restauración constituye una ventaja para articular procesos de investigación, lo cual genera oportunidades de coyuntura entre la toma de decisiones y la investigación en un mismo escenario y tiempo de ejecución. Así mismo, esta característica genera que los procesos de restauración tengan una alta capacidad de adaptación y un constante aprendizaje, para lo cual es fundamental la construcción de un sistema de Monitoreo y Evaluación (Figura 1). Las enseñanzas de experiencias tanto de éxito como de fracasos son importantes para el aprendizaje y la planificación de proyectos posteriores (Parkyn *et al.*, 2010); el monitoreo y evaluación se constituyen como herramientas fundamentales para el apoyo de procesos en la planificación ambiental y la toma de decisiones (UNDP).



**Figura 7.** Elaboración de un proyecto de restauración (Modificado de Machmer y Steeger, 2002).

### Monitoreo y evaluación

El **monitoreo** se define como un mecanismo para la toma de información o un conjunto de mediciones sistemáticas de variables, con el fin de identificar nuevas necesidades o establecer acciones correctivas que aseguren la apropiada ejecución del proyecto y el cumplimiento de los objetivos (Spellerberg, 2005; ITTO, 2009).



El seguimiento de un proyecto es la supervisión continua o periódica de la ejecución del mismo. En este sentido, no sólo habrá que seguir la evolución física del proyecto, sino también los cambios y los impactos (intencionales o no) que produce la implementación de sus acciones.

La **evaluación** es el resultado del proceso de monitoreo, es la fase en la cual se analizan los resultados y efectos del proyecto, con el fin de verificar si las acciones cumplen o no con los objetivos planteados, el avance, efecto o cambio en el ecosistema, una vez implementadas las actividades estipuladas en el proyecto (ITTO, 2009). La evaluación se realiza mediante la recolección de información a través de los indicadores, lo cual puede suceder en diferentes etapas del proyecto y los cuales están dirigidos a responder aspectos como (ITTO, 2009):

- La eficiencia del proyecto: Permite conocer si las actividades de un proyecto se ejecutaron, administraron y organizaron al menor costo posible y en un periodo considerable de tiempo.
- La eficacia: Evalúa el logro de los resultados en relación a las metas y el cumplimiento de los objetivos.
- El impacto: Hace referencia a los cambios y efectos del proyecto, analizados con relación a las metas en el ecosistema, resultados hacia el mejoramiento de condiciones ambientales, servicios ecosistémicos, y otros efectos previstos o no dentro del proyecto.

Es clave que la evaluación en la restauración esté dirigida hacia el impacto del proyecto, con el fin de detectar, registrar y analizar los resultados tanto a temprano como a mediano y largo plazo; que permita evaluar las técnicas y estrategias, con lo cual se establezca información suficiente que permita una toma de decisiones y, de esta manera, lograr una mejor aproximación a los objetivos mediante los procesos de gestión adaptativa, corrigiendo, mejorando o cambiando las acciones implementadas.

El monitoreo y evaluación son efectivos cuando se plantean de manera que respondan a preguntas específicas de objetivos acordados en una sólida colaboración entre investigadores, gestores y la comunidad, a través de variables denominadas **indicadores** (Jardel *et al.*, 2011). La elaboración de un programa de monitoreo y evaluación permite esclarecer la relación entre el estado actual del ecosistema, las acciones de implementación y los resultados esperados (Yoccoz *et al.*, 2001), que responden a preguntas fundamentales basadas en el proceso de restauración (Machmer y Steeger, 2002) como:

- ¿Se está alcanzando el objetivo deseado de restauración en el ecosistema y en sus componentes?
- ¿Se pueden mejorar las técnicas o métodos de restauración para optimizar la recuperación del ecosistema y sus componentes?
- ¿Qué modificaciones son posibles para mejorar el costo-efectividad del proceso de restauración?

### **Desarrollo del plan de monitoreo y evaluación**

El programa de monitoreo debe construirse de manera conjunta e integral con el proceso de restauración (Herrick *et al.*, 2006), ya que el objetivo de la restauración define el escenario futuro al cual están dirigidos los esfuerzos del proceso y determinan a su vez la selección de los indicadores para el

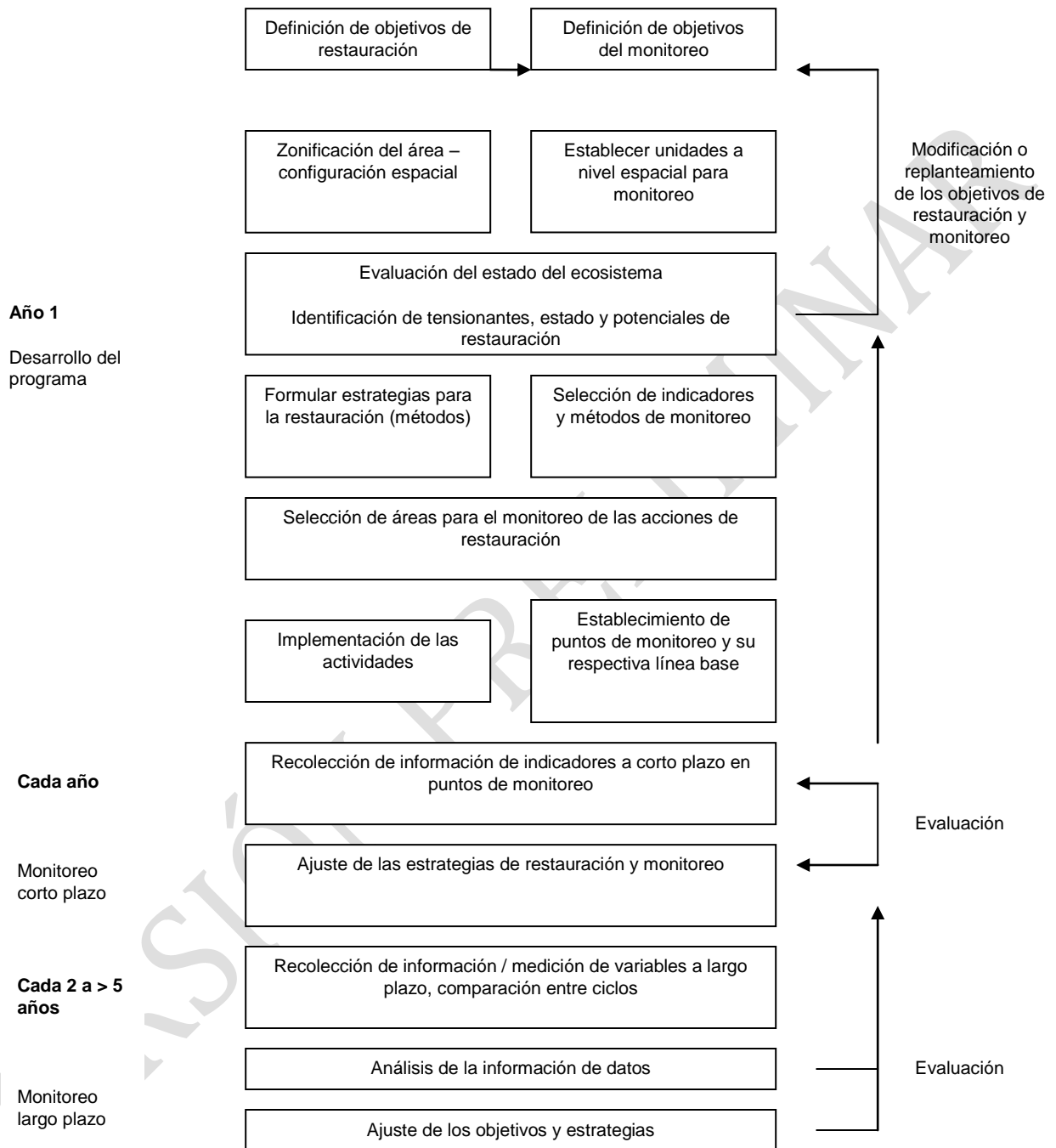
mismo. Es necesario contar con información que contribuya con el proceso de planificación de la restauración incluyendo su monitoreo. Se debe realizar un diagnóstico socioambiental del área como primer paso de una serie de actividades necesarias para la construcción de un plan tanto de restauración como de monitoreo (Figura 2).

El monitoreo provee información sobre las tendencias de algunos aspectos en el sistema, que son modificados a partir de las acciones implementadas en la restauración, para ello se hace necesario la construcción de un conjunto de indicadores que detecten diferencias desde la línea base hasta un momento específico después de la implementación del proyecto. Para la correcta interpretación de los cambios del estado del indicador es esencial conocer la relación de causa-efecto entre los factores tensionantes, las estrategias de restauración y la respuesta del sistema (Busch y Trexler, 2003). Estas respuestas pueden darse en diferentes componentes del ecosistema y a diferentes escalas de tiempo y espacio, y su identificación contribuye a la planificación del monitoreo a corto, mediano y largo plazo.

La toma de información a corto, mediano y largo plazo está determinada por los factores planteados para el análisis de la información; la medición puede considerar variables de respuesta en el ecosistema (e.g. el nivel de caudal), o puede constituir la medición de las acciones implementadas (e.g. la supervivencia de plántulas). En ambos casos se establece cuál es el tiempo requerido para evaluar dicho factor, y de esta manera identificar qué protocolos se requieren para el largo y corto plazo.

Para el análisis de la información es necesario contar con datos que constituyen la línea base (realizada en el inicio del proyecto), además de establecer áreas específicas para la toma de datos, para lo cual es fundamental tener unidades espaciales claras que pueden establecerse a través puntos de monitoreo o, en algunos casos, a través de parcelas permanentes (tanto para el seguimiento de la vegetación, de funciones ecosistémicas, estructura, suelos, cambios de coberturas, etc.). La metodología del monitoreo debe considerar, además de los factores establecidos en el programa de restauración como insumos para la selección de indicadores, el efecto de los cambios ambientales en las variables a monitorear, los requerimientos a nivel técnico que demanda la toma de información, y el costo del mantenimiento del monitoreo (Jardel *et al.*, 2011).

Un mecanismo fundamental para la sostenibilidad, tanto para el programa de restauración como para el de monitoreo, es la concertación de objetivos y estrategias de manera participativa e integral con la comunidad, lo cual confiere mayor apropiación del proceso y una articulación directa entre comunidad, gestores e investigadores que respalden a diferentes niveles la formulación e implementación del proyecto.



**Figura 8.** Planificación integral de un programa de restauración y monitoreo (Modificado de Herrick *et al.*, 2006).

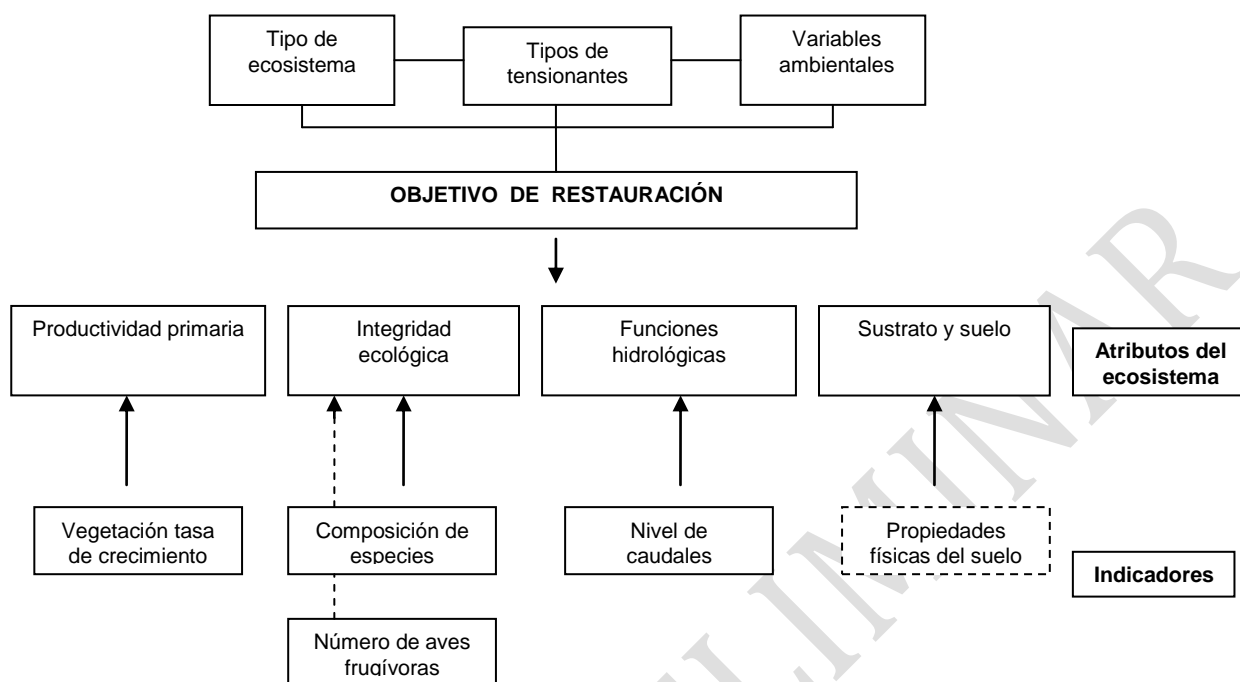
### **Establecimiento de indicadores**

Los indicadores son variables, factores o características cualitativos o cuantitativos, a través de los cuales se pueden detectar cambios de acuerdo a los objetivos de restauración. El establecimiento de indicadores se realiza de manera paralela a la planificación de la restauración y el monitoreo, se formulan específicamente para cada meta u objetivo, deben ser priorizados de acuerdo al alcance del proyecto (tanto a nivel espacial como de presupuesto) y deben cumplir con ciertas características que permitan interpretar resultados durante la fase de ejecución e implementación del proyecto (Machmer y Steeger, 2002).

Los indicadores se caracterizan por:

- Su viabilidad: Reflejan aspectos relevantes según los objetivos del proyecto, representan un mínimo de datos que son suficientes para medir el alcance e impacto de los objetivos, y deben ser eficientes en su costo con relación al total del proyecto.
- Ser verificables: Tienen información que puede ser tomada en un tiempo determinado de manera eficaz, que sea replicable, independiente, que refleje de manera clara el proceso a evaluar y que además permita su interpretación y análisis.

Los indicadores requieren de una descripción breve de aspectos como la fuente o medio de verificación (unidades de medición, tipo de variable); la periodicidad (cuándo será medido y con qué frecuencia); el responsable de la medición; los instrumentos de medición (que medios o materiales son necesarios para la toma de información); y la descripción del análisis de la información (Figura 3).



**Figura 9.** Proceso para la selección de indicadores en un proyecto de restauración (modificado de Herrick *et al.*, 2006).

Tanto para los procesos de restauración como los de monitoreo es necesario entender los procesos y sinergias que se generan a partir de las acciones implementadas en el ecosistema, ya que de ello dependerá la formulación del proceso metodológico que responda a cuándo, cómo, en qué componente, dónde y con qué frecuencia realizar la toma de información (Machmer y Steeger, 2002). El entendimiento de estos factores y su interrelación contribuye a definir y jerarquizar los indicadores en el monitoreo, establecer el mejor momento para una eficaz toma de datos que represente claramente el efecto de las acciones y no sucesos aleatorios, y permite estandarizar el tiempo y los métodos de manera que se elimine o reduzca la variabilidad de la información que dependa en mayor grado de factores como el clima, la estacionalidad, el tiempo y el espacio.

## ALGUNOS EJEMPLOS DE INDICADORES PARA LA RESTAURACIÓN DE CIERTOS ECOSISTEMAS

### RESTAURACIÓN DE CUENCAS HÍDRICAS

Indicador	Objetivo	Tipo de actividad de restauración	Tiempo de recuperación	Escala de tiempo de monitoreo
<b>A nivel de hábitat</b>				
Bancos de erosión y condición	Recuperación de hábitat	Control de tensionantes	Corto plazo	Medidas anuales
Claridad del agua	Recuperar el hábitat, mejorar la calidad del agua, incrementar la	Manejo de residuos	Mediano plazo	Mensual o anual

	biodiversidad acuática			
<b>Calidad del agua</b>				
Materia orgánica	Recuperar el funcionamiento del ecosistema	Manejo de la ronda hídrica / manejo de tensionantes	Corto plazo	Anualmente o periodos de altas y bajas lluvias
pH	Mejorar la calidad de agua	Manejo de tensionantes/ condiciones hidráulicas	Corto y largo plazo	Primer año: medidas mensuales, después cada cinco años
<b>A nivel de biota</b>				
Macrófitas	Recuperar la biodiversidad acuática, mejorar las condiciones de hábitat	Manejo de residuos / acciones en condiciones hidráulicas	Mediano plazo	Primeros cinco años: medidas cada año, después cada cinco años
Macro-invertebrados	Mejorar la calidad del agua, recuperar la biodiversidad acuática	Manejo de residuos / acciones en condiciones hidráulicas	Mediano plazo	Primeros cinco años: medidas cada año, después cada 5 años

Tomado de: Parkyn *et al.*, 2010.

#### EJEMPLO PARA MONITOREO A LA RESTAURACIÓN DE BOSQUE SECO

Indicador	Objetivo	Tipo de actividad de restauración	Tiempo de recuperación	Escala de tiempo de monitoreo
<b>A nivel de hábitat/Paisaje</b>				
Conteo de avifauna / mamíferos	Recuperación de hábitat	Control de fuego / Revegetalización	Largo plazo	Medidas anuales
Conectividad entre parches de vegetación	Recuperación de conectividad	Revegetalización	Mediano – largo plazo	Cada tres años
<b>A nivel de suelo</b>				
Banco de semillas sp nativas	Recuperación de cobertura vegetal	Control de fuego	Mediano plazo	Cada año
Porcentaje de asociaciones	Recuperación de	Revegetalización	Mediano / largo	Cada año

micorizas	condiciones del suelo		plazo	
<b>A nivel de biota</b>				
Abundancia de individuos plantas en diferentes estratos vegetales	Recuperación de la biodiversidad	Control de tensionantes	Corto y largo plazo	Cada año
Tasas de supervivencia	Recuperación de especies nativas	Revegetalización	Corto plazo	Cada seis meses

Tomado de Fajardo *et al.*, 2013; y Moline, 1999.

### **EL MONITOREO Y LAS COMUNIDADES LOCALES: SISTEMAS DE MONITOREO PARTICIPATIVO (SMP) COMO ESTRATEGIA**

Existen muchas variantes asociadas al concepto de monitoreo participativo, sin embargo, todas las iniciativas de corte participativo relativas a procesos de conservación y en este caso a restauración, tienen como base lineamientos muy similares que según lo oportuno del caso pueden ser expandidos o sintetizados (Fundación Humedales, 2006). A continuación se enuncian algunos acercamientos encontrados en la literatura:

“Convenio donde las partes interesadas se vinculan mediante acuerdos para definir sus respectivos roles, responsabilidades, beneficios y autoridad en el manejo de los recursos asociados a un ecosistema” (Worah, S. (n.d.)).

“El término ‘monitoreo participativo’ se aplica a actividades de monitoreo que suponen la participación de personas locales que no cuentan con capacitación profesional, especializada y que tienen distinto grado de conocimiento, experiencia, roles sociales e intereses. Es un proceso continuo en el que los usuarios locales registran sistemáticamente información acerca de su bosque, reflexionan al respecto y llevan a cabo acciones de gestión en respuesta a lo aprendido” (Evans, K., 2008).

Sin embargo, además de la claridad en el concepto, cabe resaltar la importancia de lo que este implica. Se trata de una valoración del cambio, cualquiera que sea y para el cual haya sido planteado, a través de un proceso que involucra personas o grupos sobre los cuales dicho cambio genera impactos. La negociación concluye en acuerdos acerca del qué y el cómo se tendría que monitorear y, por supuesto, concertar la manera de interpretar la información recopilada tras las mediciones. Esta dinámica constituye en sí misma un gran desafío para los implicados, puesto que cada uno debe examinar como individuo o grupo las suposiciones relativas a lo que para ellos representa un cambio positivo o negativo en el escenario global, generando conflictos y contradicciones que luego, en conjunto, han de ser resueltas (Guijt, I. (n.d.)).

#### **Funcionalidad de los Sistemas de Monitoreo Participativo**

El monitoreo participativo, como cualquier otro monitoreo, busca responder preguntas y valorar cambios que, enmarcados en un proceso de restauración, tendrían que hacer referencia a la

conservación de biodiversidad, bienestar humano, servicios ecosistémicos, recuperación de dinámicas ecológicas y paisajísticas, etc. Dichas preguntas deben ser formuladas por agentes locales, científicos y gubernamentales en conjunto, al igual que los objetivos de manejo para los cuales se pretende estructurarlas y darles respuesta. Adicionalmente, el proceso de concertación y recopilación de información da inicio a un ciclo auto-correctivo y **adaptativo** de aprendizaje que facilita la gestión y distribución de los servicios ecosistémicos, el mantenimiento de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema y el cumplimiento de normativas de manejo (Evans, K., 2008).

Además de responder preguntas, como podría hacerlo la investigación científica convencional, el monitoreo participativo busca resolver problemas de manera **adaptativa**, teniendo así implicaciones a nivel institucional y político ya que el punto de partida es el establecimiento de un enfoque socioecosistémico donde son consideradas todas las percepciones e intereses asociados a cada uno de los actores, y por tanto, se genera una responsabilidad compartida en cuanto a la toma de decisiones, lo que entra en conflicto con la aproximación convencional donde la responsabilidad recae únicamente sobre la institución gubernamental pertinente (Fundación Humedales, 2006).

### **Objetivos de Monitoreo y Objetivos Participativos**

La Fundación Humedales, en *El sistema de monitoreo participativo –SMP– en Fúquene. Serie de Divulgación técnica Nº 2 - 2006*, afirma que el monitoreo participativo puede ser aplicado a todo tipo de socioecosistemas, haciéndose aún más pertinente en aquellos donde el componente ecosistémico ha sido altamente impactado tras prolongadas intervenciones humanas, como en el caso del Pantano de Martos, pues son estos donde se presenta mayor incertidumbre sobre su funcionamiento.

Por tal razón se define una serie de objetivos globales en cuanto al seguimiento del sistema (tomado de Fundación Humedales, 2006):

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en el caso del Pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).
- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.



- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo:

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes de gestión y manejo de humedales.
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

### **Componentes y Estructura**

Para construir un sistema de monitoreo participativo, es absolutamente indispensable contar con una descripción del contexto socioecosistémico lo más precisa posible. Para ello se debe realizar un mapeo de actores, un análisis de percepciones e intereses, una identificación de servicios ecosistémicos, una caracterización biológica, además de un modelo ecológico conceptual que represente la dinámica biofísica del área bajo estudio. Una vez dicha información es recopilada y procesada, se procede a construir de manera conjunta, incluyendo los aportes que cada actor tenga a bien suministrar, los objetivos del sistema de monitoreo participativo, estando en este caso estrechamente relacionados con aquellos propios del plan de restauración. Posteriormente, metodologías para el establecimiento participativo de los criterios e indicadores a monitorear deben ser concertadas, al igual que los métodos de análisis de los datos que se generarán. Finalmente, frecuencias de monitoreo y de jornadas de análisis deben ser determinadas según criterio e indicador (Bhattarai, T. (n.d.)).

### **LAS PARCELAS PERMANENTES COMO UN EJEMPLO DE PLATAFORMA DE MONITOREO**

(Tomado de Vallejo *et al.*, 2005).

La dinámica y función de los ecosistemas, y el papel que cumplen las especies que los integran, requieren de tiempos prolongados para ser respondidas, por esta razón se hace necesaria la conformación de programas que garanticen la permanencia de los proyectos de investigación orientados a conocer y entender los procesos a largo plazo. Las ventajas que tienen estos estudios es que consideran el componente temporal en la toma de datos, así mismo permiten una adecuada evaluación de los patrones de distribución de las especies, así como de sus patrones de establecimiento, de crecimiento y de mortalidad.

Para la implementación de una parcela en los procesos de restauración, esta debe ir acorde a los objetivos y metas del proyecto pero también debe considerar los alcances que ofrece en la evaluación de la restauración. Para el establecimiento de la parcela se recomienda continuar con los siguientes pasos:

- Determinar el sitio específico donde se establecerá la parcela permanente con la ayuda de un mapa o una imagen de sensor remoto.
- Establecer y revisar las limitaciones para el desarrollo del proyecto, considerando el presupuesto destinado, el tiempo disponible para producir el resultado final y los criterios antes enunciados, como el estado legal del terreno, el acceso y la infraestructura.
- Redefinir los objetivos específicos y las metas de la parcela como resultado del balance entre las necesidades y los limitantes. Si no es necesaria una redefinición, entonces se procede a efectuar un análisis de costo - beneficio para evaluar distintos aspectos, como el levantamiento de la información — en el censo inicial y en los posteriores—, los materiales y los equipos, el entrenamiento del personal, los salarios y el mantenimiento de la parcela.
- Variables o indicadores: La determinación de cuáles variables medir durante los censos también depende de los objetivos del proyecto, como se mencionó en el apartado de selección de los indicadores.

### **Consideraciones generales**

Los individuos vegetales dentro de la parcela deben ser marcados y medidos, y su localización debe ser registrada sobre un plano mediante coordenadas planas (X, Y) o indicando su distancia con respecto a un punto predeterminado de la parcela. Se pueden incluir variables demográficas durante los censos posteriores al del establecimiento, como conteos para categorías específicas de individuos, entre ellos los muertos, los sobrevivientes y los nuevos individuos que por su crecimiento durante el lapso de tiempo entre censos han alcanzado el tamaño mínimo de medición.

Como parte del establecimiento de la parcela y como un indicador del proceso de restauración, se puede incluir la medición del crecimiento de las plantas en cuanto a diámetro, altura, volumen o biomasa. La cobertura es otra variable fundamental para la medición en las parcelas permanentes, se define como el área bajo la proyección de las partes aéreas de una planta sobre una superficie que generalmente es el suelo (aunque en el caso de las epífitas se mide con respecto al área del hospedero donde están, como las ramas). El tamaño de una parcela se establece teniendo en cuenta varios factores: representatividad del ecosistema, representatividad estadística, optimización de costos, mantenimiento y desplazamiento. Información completa acerca de las Parcelas Permanentes se encuentra en el documento de Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia, publicado por el Instituto Humboldt y elaborado por Vallejo *et al.* en 2005.

---

## ANEXO 4. PLAN BÁSICO DE RESTAURACIÓN-PBR

---

El Plan Básico de Restauración (PBR), debe tener un marco de planeación conceptual, basado en la identificación de los posibles disturbios y en la definición de lo que se quiere alcanzar con el proyecto. Este plan debe dar una información preliminar que justifica el porqué del proyecto, la ubicación y los objetivos de restauración, entre otros; a continuación se listan algunos de los aspectos que se deben tener en cuenta para la construcción del PBR (IAvH, 2012):

- **Plan de Trabajo y Cronograma de Actividades:** Con fin de facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación del proyecto, se hace necesario presentar un plan de trabajo y un cronograma de actividades basado en la metodología de Marco Lógico. El cronograma deberá detallar las actividades, la duración de las mismas y los productos que se generarán, así como las actividades y duración de posibles actividades futuras de monitoreo, aspecto muy importante en propuestas de restauración espontánea.
- **Identificación de la localización y los límites del proyecto:** Se deben definir cartográficamente los límites del proyecto, así como la información base que permita hacerse a una idea de la situación geográfica general del mismo. Esto permite establecer los posibles escenarios para la restauración.
- **Selección del tipo de ecosistema que será restaurado:** Es muy importante que se describa el tipo de ecosistema original que fue degradado en la zona de influencia del PBR. Se debe hacer énfasis en la descripción del ecosistema (forestal, arbustivo, herbazal, etc.), los servicios ecosistémicos perdidos, las posibles especies estratégicas que se vieron afectadas y las condiciones geomorfológicas y abióticas (esencialmente el conocimiento del suelo) del lugar.
- **Descripción de los posibles factores de disturbio del proyecto:** Se deben describir aquellos factores que históricamente han llevado a perder algunos aspectos de la integridad ecológica original. Es importante describir tanto la intensidad del disturbio como la recurrencia del mismo.
- **Identificación de actores locales:** Identificar los actores locales implicados, dueños de predios, organizaciones locales, comunidades indígenas, etc. da una idea de los alcances de manejo social que tendrá el proyecto.
- **Descripción de las necesidades reales de restauración del sitio:** Consiste en identificar mediante la participación comunitaria, cuál es el contexto futuro deseado para dirigir los esfuerzos de restauración. Esto implica reconocer el historial de disturbio del lugar, qué originó la necesidad de restauración, y cuáles pueden ser los beneficios de las estrategias de restauración, tanto sociales, culturales y ecológicas, que pueden estar enmarcados en los preceptos de servicios que ofrece la PNGIBSE.
- **Definición de la Meta de Restauración:** En este apartado se establecen las condiciones ecosistémicas a las que se quiere llegar con el PBR, lo cual define el método del proyecto y los

detalles conceptuales del mismo. La meta puede estar asociada a una estrategia de recuperación, rehabilitación o restauración geomorfológica, edáfica o ecosistémica, considerando las diferentes escalas y niveles de organización y los aspectos de composición, estructura y función. La meta también define por qué se eligió la restauración asistida o la espontánea como estrategia. Es importante revisar el marco conceptual del Plan Nacional de Restauración para Colombia.

- **Diagnóstico socioambiental del área:** Es importante establecer una línea base del área a intervenir, tanto en aspectos sociales (e.j. dinámica de uso de la tierra) como ambientales (e.j. estado actual del suelo) que contribuya a definir las estrategias o métodos para la restauración de la zona.
- **Método de restauración:** Con base en la definición del ecosistema o comunidad de referencia y la meta, se deben seleccionar las estrategias metodológicas y las especies que se utilizarán para el proceso de restauración ecológica. Así mismo, en caso de ser necesario, se debe determinar qué estrategias se usarán para la propagación del material vegetal de las especies seleccionadas, y otras estrategias como viveros locales, traslado de plantas, actividades de recuperación del suelo, etc.
- **Materiales y equipos:** Debe realizarse una descripción de los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la meta de restauración, incluyendo el personal que se requerirá.
- **Identificación de posibles permisos o coyunturas legales:** En caso de que el PBR lo requiera se deberá describir el tipo de permisos, como consulta previa, que deben gestionarse y cómo se solucionarán en un plazo adecuado. Esto es muy importante para evitar el retraso en los cronogramas pactados.
- **Costos:** Se deberá incluir el análisis de precios unitarios (APU) por cada actividad o estrategia que se ejecute. Así mismo, presentar un cuadro consolidado de los costos del proyecto de restauración.
- **Formulación del Programa de seguimiento y monitoreo a la restauración:** Para poder hacer seguimiento a las metas establecidas por el proyecto y el monitoreo ecológico, se deben proponer indicadores claros y de fácil medición, apropiados a la escala y tipo de intervención.

**Nota:** Para profundizar sobre estos aspectos véase el Anexo 9 “*Guías Técnicas para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Colombianos*”. Pasos fundamentales de la restauración ecológica.

---

## ANEXO 5. EJEMPLOS DE TÉCNICAS USADAS EN RESTAURACIÓN DESDE LA ESCALA DE PAISAJE

---

Aguilar y colaboradores (2011) señalan que, desde el punto de vista abiótico, la restauración ecológica multiescalar se puede realizar evaluando la integridad del ecosistema a nivel espacial y la integridad biológica a nivel local, mostrando que la combinación de una visión a nivel de paisaje con las métricas de paisaje y las métricas de la vegetación provee una visión sinérgica y un entendimiento mas integral del ecosistema. Otra aproximación muestra que la priorización de las áreas de restauración se puede evaluar mediante criterios de integridad en la composición, integridad estructural, factibilidad de restauración, riesgo (incendios, sequias, etc.) (Reynolds y Hessburg, 2005), Lo cual se logra mediante un análisis de insumos cartográficos, datos ecológicos actuales, evaluaciones de estado actual del ecosistema y evaluación del riesgo ante el uso antrópico de la tierra.

A continuación se listan, a manera de ejemplo, algunos criterios de métricas de paisaje usadas en proyectos de restauración:

**Área/densidad:** Numero de parches, promedio tamaño del parche, coeficiente de variación del tamaño de los parches.

**Forma:** Índice promedio de la forma.

**Área/borde:** Índice promedio de la dimensión fractal.

**Aislamiento/proximidad:** Índice promedio de la proximidad, promedio de distancia con el vecino más cercano.

**Contagio/intersección:** Índice de intersección y yuxtaposición.

Cabe resaltar que los análisis espaciales en la restauración van desde las fases iniciales de diagnóstico y evaluación, hasta el monitoreo y seguimiento multitemporal de las acciones de gestión. Este análisis incorpora las variaciones espaciales y temporales que permiten entender los procesos del ecosistema a diferentes escalas, lo cual se convierte en un sistema de soporte a la toma de decisiones. Estas herramientas pueden servir como insumo para:

- Espacializar y visualizar la configuración, distribución y estado actual del paisaje, la conformación del ecosistema, las principales amenazas, e incluir variables socioeconómicas y ambientales que pueden jugar un papel importante en los procesos de restauración.
- Realizar modelos de evaluación del paisaje y del ecosistema que brinden información cuantificable y contundente para la toma de decisiones en cuanto al manejo, zonificación y estrategias de la restauración.
- Realizar modelos de aproximaciones futuras de los efectos de la implementación de la restauración en los procesos a nivel de paisaje para evaluar los beneficios y estar alerta a los posibles cambios como medidas adaptativas.
- Acompañamiento en las mediciones del monitoreo y seguimiento.

### **El uso de Herramientas de Manejo del Paisaje HMP como estrategia de restauración a escala de paisaje (Tomado de: Vargas, en Prep.)**

Las HMP son los elementos del paisaje constituidos o el manejo que se da 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. En otras palabras, las HMP se diseñan para aumentar la probabilidad de movimiento de las especies animales y vegetales a través del paisaje, lo cual incrementa la posibilidad de encontrar nuevas fuentes de recursos y pareja.

Para el adecuado establecimiento de HMP enmarcadas dentro de una estrategia de planificación y conservación a escala de paisaje se necesita:

- Tener conocimiento sobre la vegetación de la zona, identificando las especies claves, especies amenazadas, especies endémicas y en general los aspectos importantes de la composición y la estructura para facilitar los procesos de conservación y restauración.
- Identificar las especies claves para procesos de restauración, así como estrategias para su propagación y manejo en vivero.
- Confirmar la distribución de las especies y sus requerimientos de hábitat.
- Conocer los sitios a conectar o restaurar, sus características y condiciones actuales.
- Identificar las estrategias de restauración apropiadas para cada sitio, basadas en el manejo de vegetación nativa para el incremento y mejoramiento del hábitat, restablecimiento de la conectividad y conservación de la biodiversidad.
- Conocer el uso de hábitat y movimiento de la fauna para identificar rutas de conexión y trazado de herramientas de manejo del paisaje como cercas vivas o corredores.

El proceso metodológico para la implementación de HMP se inicia con la fase de caracterización biológica de árboles, arbustos y aves como grupos objetivos, posteriormente los acercamientos y negociación con los propietarios de los predios. Las HMP son un aporte a la construcción de una estrategia, con una perspectiva a escala de paisaje para la conservación de biodiversidad *in situ*. La estrategia de conservación para estos remanentes está basada en el establecimiento de herramientas que permiten no solo su conservación, sino el mejoramiento de las condiciones de hábitat para las especies que los habitan.

Definidas las herramientas de manejo de paisaje (HMP) a implementar en los predios donde se encuentran los fragmentos naturales, se lleva a cabo el proceso de concertación y negociación de la implementación de las herramientas. Se aplica la planificación predial participativa que han venido desarrollando Paisajes Rurales y el Instituto Humboldt. La negociación en los predios priorizados con oportunidad de conservación en fincas, se desarrolla en los siguientes pasos:

- *Acercamiento a propietarios para socialización del proyecto.*

- *Recorrido de los predios, identificando y concertando herramientas de manejo del paisaje con base en las proyecciones definidas por el propietario.*
- *Negociación de Herramientas de Manejo de Paisaje a implementar y firma de autorización para la ejecución de obras de conservación y complementarias.*
- *Socialización con instituciones y búsqueda de socios para la sostenibilidad de las herramientas implementadas.*

VERSIÓN PRELIMINAR

---

ANEXO 6. TABLA COMPARATIVA ENTRE RESTAURACIÓN ACTIVA Y ESPONTÁNEA

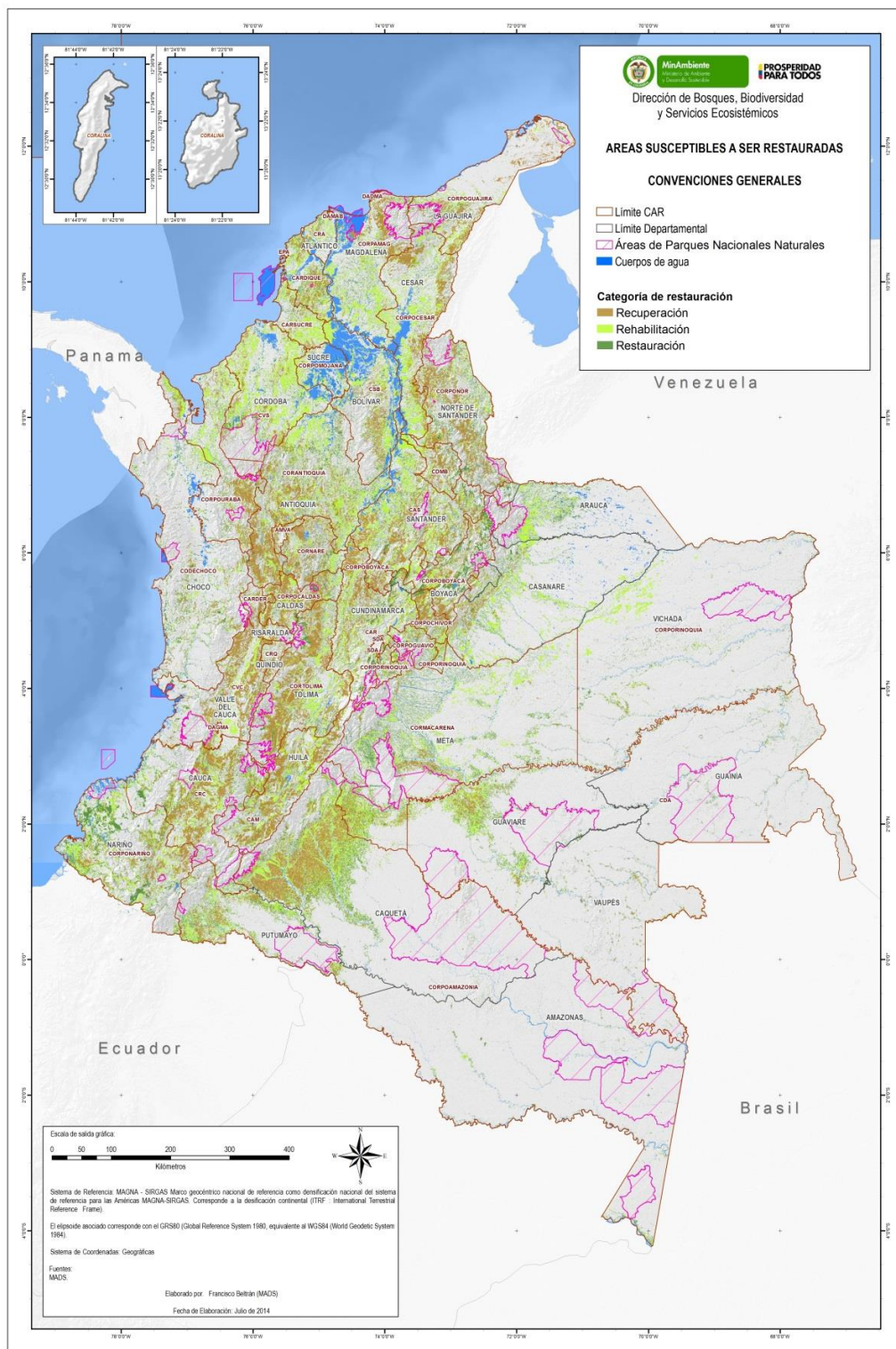
---

VERSIÓN PRELIMINAR



Adaptado de Holl y Aide, 2011.		
ASPECTO ANALIZADO	RESTAURACIÓN	
	ACTIVA	PASIVA (ESPONTÁNEA)
Fidelidad de la trayectoria sucesional respecto al ecosistema de referencia	Manejable	Incierta
Contexto paisajístico	Se debe tener en cuenta para el planteamiento del objetivo de restauración	Es muy importante tenerla en cuenta ya que su éxito depende de la cercanía a núcleos conservados.
Historial de disturbio	Se debe conocer para plantear el objetivo de restauración	Dependiendo de la historia del disturbio no es viable esta estrategia por sí sola
Velocidad del proceso de restauración	Se acelera	Es lenta
Temporalidad	Se reduce	A largo plazo
Resiliencia	No necesariamente debe contar con buen potencial de restauración	Está condicionado a tener buen potencial de restauración (capacidad para regenerarse por sí solo) y alta resiliencia del ecosistema
Aspectos geomorfológicos y del suelo	Puede manejar y adecuar condiciones de geomorfología y suelos	Depende mucho del estado de degradación de suelos y geomorfología
Costos por hectárea	Los costos dependen de la combinación de las estrategias que se puedan ejecutar y que hagan falta para asegurar los objetivos de restauración, por tanto implica una importante inversión económica	Dado que las estrategias se resumen a control y manejo de tensionantes e inducción de la regeneración natural por medio de dispersores, manejo de bancos de semillas entre otras, esta actividad puede ser más económica que la activa
Actividades a ejecutar	Restablecimiento de la estructura (composición) y función del ecosistema para el caso de restauración ecológica, o reparación de productividad y/o servicios ecosistémicos para el caso de la rehabilitación, o retorno de la utilidad de un espacio degradado para la prestación de servicios diferentes a los del ecosistema original para el caso de la recuperación, entre otras por medio de:	Inducción de la regeneración natural por medio de la eliminación del tensionante o del disturbio implementando acciones entre otras como:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control o eliminación de tensionantes o disturbios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento o cerramiento del área por medio de cercados con postes y alambre y cercas vivas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reintroducción de material vegetal nativo de diferentes estratos, identificado en el ecosistema de referencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de perchas, refugios o comederos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción de material vegetal nativo de diferentes estratos, diferente al material vegetal del ecosistema de referencia pero que cumple las mismas funciones para la restauración. <b>Nota</b> No se descarta en algunos casos muy especiales, el uso de material vegetal foráneo como una primera fase del proceso que deberá ser sustituido paulatinamente para dar condiciones de facilitación al material vegetal nativo de estados sucesionales más avanzados en áreas con un nivel de degradación tan alto que no permite el establecimiento de especies nativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis y manejo del banco de semillas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reintroducción de fauna nativa, identificada en la línea base y relacionada con el ecosistema de referencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo adaptativo en caso de invasiones biológicas o disturbios.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento o cerramiento del área por medio de cercados con postes y alambre y cercas vivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rescate de material vegetal (plántulas).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obras para el manejo de aguas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporación de enmiendas al suelo.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obras para el manejo y conservación de suelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riego.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obras para la reconformación de la topografía o geoformas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación y seguimiento a la restauración y sus actividades.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de biomantos u otras coberturas.</li> </ul>	
Utilización de mano de obra, generación de empleo y demanda de insumos, maquinaria y herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento del material vegetal plantado.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo adaptativo en caso de desviación de la trayectoria sucesional deseada o de la presencia de invasiones biológicas o disturbios.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación y seguimiento a la restauración y sus actividades.</li> </ul>	
	Alta	Baja

## ANEXO 7. MAPA DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A PROCESOS DE RESTAURACIÓN



## METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A RESTAURACIÓN

La definición de áreas prioritarias para restauración en el país surge de dos ejercicios principales, relacionados con cambios de coberturas naturales y conflictos de uso y manejo de áreas, las cuales son complementarias y se describen a continuación:

Para la determinación de la afectación de las coberturas naturales por origen antrópico, se inició con el análisis de cambio de coberturas naturales a partir de las capas temáticas de información de coberturas de la tierra según metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, las cuales se encuentran disponibles para los años 2000 – 2002 y 2005 – 2009.

Con el fin de identificar el tipo de cambio de cobertura, se realizó una selección de todas las coberturas naturales existentes en el periodo 2000-2002 y luego una intersección entre éstas y los territorios artificializados, territorios agrícolas y áreas abiertas, sin o con poca vegetación de la capa 2005 – 2009, identificando las áreas naturales que se transformaron en coberturas no naturales o sufrieron fragmentación o degradación, siguiendo la metodología planteada por el IDEAM. De esta manera, se obtuvieron los cambios: Aumento de minería, degradación de tierras, dinámica de cuerpos de agua, expansión de la agricultura, fragmentación del bosque, ganancia de pastos y urbanización<sup>20</sup>.

Luego, para la determinación de afectaciones causadas al bosque natural en años anteriores y posteriores al periodo previamente definido, se utilizaron las capas correspondientes a la deforestación presentada en los periodos 1990 – 2000, 2000 – 2005, 2005 – 2010 y 2010 – 2012<sup>21</sup>, las cuales fueron unidas y superpuestas a la capa de cambio, eliminando los polígonos de la capa de deforestación que se intersectaban con los cambios de cobertura, asegurando de esta manera, la inexistencia de polígonos duplicados y conservando la descripción del cambio de cobertura detectado en el área. Como operación espacial final, se eliminaron todos aquellos polígonos cuya área fuese menor a 0,09 hectáreas, la cual corresponde al área que representa un pixel en las capas de deforestación.

Finalmente, con el fin de establecer la estrategia de restauración más adecuada para cada uno de los cambios identificados, se analizó la información a partir de la premisa que entre más fuerte sea el disturbio, mayores van a ser los esfuerzos para la restauración, obteniendo:

CAMBIO	CATEGORÍA
Aumento de minería	Recuperación

<sup>20</sup> IDEAM, RODRIGUEZ J., PEÑA V., Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia, Escala 1:100.000. Periodos 2000-2002 y 2005-2009.

<sup>21</sup> Capas raster escala fina, resultados del proyecto “Capacidad Institucional Técnica y Científica para Apoyar proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación –REDD– en Colombia”, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Fundación Natura.

<b>CAMBIO</b>	<b>CATEGORÍA</b>
Deforestación	Restauración
Degradación de tierras	Recuperación
Dinámica de cuerpos de agua	Restauración
Expansión de la agricultura	Rehabilitación
Fragmentación del bosque	Restauración
Ganancia de pastos	Rehabilitación
Urbanización	Polígonos suprimidos debido a que el cambio de cobertura no permite actividades de restauración

Debido a que el análisis anterior determina la degradación de las coberturas naturales del país, se hace necesaria su complementariedad con las características propias del territorio, de esta manera se tomó como base la capa de conflictos de uso el territorio<sup>22</sup>, utilizando los polígonos correspondientes a sobreutilización severa, moderada, ligera y conflictos de uso en zonas quemadas. Por otra parte, con el fin de analizar el potencial de restauración de áreas, se realizó el ejercicio de métricas del paisaje, donde se evalúa la degradación de los bosques en la zona de borde y su adyacencia con zonas intervenidas, las cuales están agregando tensión sobre las coberturas naturales. En este caso, se tomaron las zonas de bosque en un área buffer de 100 m que presentan áreas intervenidas contiguas a áreas naturales y que se cruzan bajo el concepto de contigüidad de acuerdo a lo propuesto en las métricas del paisaje. Adicionalmente, se añadieron todas aquellas áreas de ronda de drenajes y cuerpos de agua, de acuerdo con lo señalado el Decreto 2811 de 1974, las cuales se generaron a partir del cálculo de un buffer de 30 m para drenajes y 100 m para ríos y cuerpos de agua, como área de conservación del área forestal protectora hídrica. Esto incluye también humedales, morichales, raudales, ciénagas y demás cuerpos contemplados en la cartografía oficial disponible, restándole las zonas con coberturas naturales de la capa de 2005 – 2009<sup>23</sup>.

Una vez generadas las capas temáticas correspondientes a degradación y usos, se procedió a realizar la calificación correspondiente con el fin de mantener coherencia con lo estipulado en el Plan en lo relacionado a los tres tipos generales de restauración a implementar (restauración, rehabilitación y recuperación), partiendo de nuevo de la premisa que entre más grave sea el tensionante identificado, más compleja será la estrategia de restauración, obteniendo:

<sup>22</sup> MADR, MADS, MVCT, INCODER, CORPOICA, IDEAM, UAESPNN, IAvH, INVEMAR, SINCHI, INGEOMINAS, IGAC. 2012. Conflictos de uso del Territorio Colombiano Escala 1:100.000

<sup>23</sup> ISAACS-CUBIDES P., RAMIREZ HERNANDEZ W. (IAvH). 2014.

TIPO DE CONFLICTO / ÁREA	CATEGORÍA
Sobreutilización severa	Recuperación
Sobreutilización moderada	Rehabilitación
Sobreutilización ligera	Rehabilitación
Uso inadecuado en zonas quemadas	Restauración
Sin conflicto / áreas de ronda	Restauración
Sin conflicto / transición natural-agropecuario	Restauración

Una vez ponderadas las dos capas resultado de los ejercicios anteriores, se procedió a realizar una unión entre las mismas, con el fin de obtener las áreas definitivas sobre las cuales, de acuerdo con sus características físico-bióticas y de pérdida de coberturas naturales, son susceptibles a ser restauradas. Debido a que el periodo de coberturas de la tierra tomado como referencia para la elaboración de la capa de conflictos de uso corresponde al de 2000 – 2002 y en el ejercicio de cambios de cobertura y deforestación se evalúa un periodo 1990 – 2012, existe superposición de polígonos en algunas áreas, razón por la cual cada uno de éstos polígonos presenta una doble categorización de manejo (restauración, rehabilitación o recuperación). Se analizó cada doble categorización y se observó que para los fines del Plan, la categoría definitiva será la que requiera mayores actividades de manejo para la restauración; de esta manera, en polígonos donde por conflictos de uso se recomendó recuperación y por cambios de cobertura haya sido restauración, la categoría definitiva será recuperación.

Como resultado se obtuvo el mapa con las áreas susceptibles a ser restauradas con su correspondiente categoría de manejo a escala 1:100.000, el cual sirve de referencia general para la planificación a nivel nacional, sin embargo serán los instrumentos de planificación regionales (planes de ordenación forestal, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas), locales (planes de manejo de áreas protegidas, planes de ordenamiento territorial), los que a partir de criterios de carácter físico, biótico y social, y con el uso de cartografía a escalas más detalladas (mayores a 1:25.000), determinarán las áreas más adecuadas para la ejecución de actividades de restauración. Es importante tener en cuenta que las características propias de las áreas a intervenir determinarán la categoría en la que se debe enmarcar la restauración.

TABLA 1. ÁREA POR CATEGORÍAS DE MANEJO A NIVEL DEPARTAMENTAL (HECTÁREAS)

DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
AMAZONAS	5.423,36	25.042,93	103.673,68	134.139,97
ANTIOQUIA	988.325,63	896.990,59	602.199,76	2.487.515,99
ARAUCA	5.197,78	154.284,19	150.739,60	310.221,57
ATLÁNTICO	17.657,87	48.507,18	36.131,50	102.296,55
BOLÍVAR	267.942,12	369.512,08	236.847,95	874.302,16

DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
BOYACÁ	337.670,00	188.979,70	306.770,10	833.419,80
CALDAS	267.226,47	106.073,88	66.013,58	439.313,92
CAQUETÁ	790.020,29	631.045,95	427.031,12	1.848.097,36
CASANARE	97.235,27	315.648,15	189.153,58	602.036,99
CAUCA	522.024,27	302.522,87	242.124,02	1.066.671,17
CESAR	268.406,11	410.539,82	160.788,18	839.734,12
CHOCÓ	127.601,74	216.228,93	266.144,59	609.975,25
CÓRDOBA	136.477,52	544.658,25	187.554,25	868.690,01
CUNDINAMARCA	293.012,99	349.048,52	264.666,34	906.727,85
GUAINÍA	18.071,26	15.864,85	133.788,65	167.724,75
GUAVIARE	123.062,92	237.363,40	241.748,78	602.175,10
HUILA	475.701,48	235.886,68	137.331,47	848.919,62
LA GUAJIRA	223.738,16	120.037,20	79.674,91	423.450,27
MAGDALENA	169.732,12	287.401,87	219.319,08	676.453,07
META	234.755,67	644.427,29	712.858,25	1.592.041,20
NARIÑO	262.556,87	393.637,72	432.076,59	1.088.271,17
NORTE DE SANTANDER	438.663,51	180.547,54	235.221,95	854.433,00
PUTUMAYO	155.964,89	241.247,82	222.524,22	619.736,93
QUINDÍO	40.964,34	5.921,77	20.309,29	67.195,41
RISARALDA	78.909,27	24.557,58	24.216,67	127.683,51
SANTANDER	525.278,04	516.577,41	360.103,42	1.401.958,86
SUCRE	49.905,04	237.423,85	102.330,35	389.659,24
TOLIMA	615.370,50	303.213,96	201.752,86	1.120.337,32
VALLE DEL CAUCA	414.398,57	172.790,56	106.981,03	694.170,16
VAUPÉS	35.708,69	18.321,77	83.487,28	137.517,74
VICHADA	20.431,25	179.446,75	215.940,20	415.818,21
<b>Total general</b>	<b>8.007.433,98</b>	<b>8.373.751,04</b>	<b>6.769.503,25</b>	<b>23.150.688,28</b>

TABLA 2. ÁREA POR CATEGORÍAS DE MANEJO POR CAR (HECTÁREAS)

CAR	DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
AMVA	ANTIOQUIA	26.956,90	9.894,08	8.540,18	45.391,16
CAM	HUILA	475.038,22	235.579,32	133.197,87	843.815,41
CAR	BOYACÁ	13.030,13	10.620,58	24.657,04	48.307,75
	CUNDINAMARCA	232.930,64	263.506,40	195.036,00	691.473,05
CARDER	RISARALDA	78.560,52	24.376,95	22.846,19	125.783,66
CARDIQUE	BOLÍVAR	122.867,47	137.389,53	79.592,20	339.849,21
CARSUCRE	SUCRE	41.653,58	156.678,96	47.640,57	245.973,11
CAS	SANTANDER	429.138,27	456.949,05	303.185,02	1.189.272,35
CDA	GUAINÍA	15.885,71	14.221,64	107.338,02	137.445,37
	GUAVIARE	122.687,66	232.932,49	217.010,83	572.630,98

CAR	DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
	VAUPÉS	35.539,19	17.887,34	75.012,38	128.438,91
CDMB	SANTANDER	95.864,33	58.011,83	54.038,64	207.914,81
CODECHOCO	CHOCÓ	126.414,78	214.968,70	263.487,55	604.871,03
CORANTIOQUIA	ANTIOQUIA	575.592,91	585.728,57	362.139,52	1.523.461,00
CORMACARENA	META	218.779,95	602.134,28	645.839,16	1.466.753,39
CORNARE	ANTIOQUIA	185.383,71	85.861,74	93.084,80	364.330,25
CORPAMAG	MAGDALENA	147.714,42	284.691,04	204.421,84	636.827,31
CORPOAMAZONIA	AMAZONAS	5.307,41	24.243,76	91.789,32	121.340,49
	CAQUETÁ	789.571,82	629.952,26	404.041,35	1.823.565,43
	PUTUMAYO	154.644,30	235.882,45	213.746,22	604.272,98
CORPOBOYACA	BOYACÁ	302.684,37	151.737,98	234.793,09	689.215,44
CORPOCALDAS	CALDAS	266.313,82	105.543,71	58.387,15	430.244,67
CORPOCESAR	CESAR	266.836,80	409.726,01	157.750,39	834.313,21
CORPOGUAJIRA	LA GUAJIRA	213.030,56	113.338,13	63.556,78	389.925,47
CORPOGUAVIO	CUNDINAMARCA	35.671,78	50.059,83	35.124,67	120.856,27
CORPOMOJANA	SUCRE	8.251,46	80.579,83	54.334,74	143.166,03
CORPONARIÑO	NARIÑO	262.185,45	392.995,62	423.798,70	1.078.979,78
CORPONOR	NORTE DE SANTANDER	434.574,23	174.750,40	226.335,60	835.660,22
CORPORINOQUIA	ARAUCA	4.097,27	152.959,59	143.780,24	300.837,11
	BOYACÁ	21.409,23	24.830,99	32.788,07	79.028,30
	CASANARE	97.235,27	315.648,15	189.129,37	602.012,79
	CUNDINAMARCA	24.136,79	33.861,89	31.539,36	89.538,04
	VICHADA	20.431,25	179.363,07	209.367,66	409.161,98
CORPOURABA	ANTIOQUIA	195.217,39	211.599,65	132.516,76	539.333,80
CORTOLIMA	TOLIMA	613.682,66	302.297,46	184.576,73	1.100.556,85
CRA	ATLÁNTICO	17.536,82	48.217,78	35.633,40	101.388,00
CRC	CAUCA	519.530,89	299.424,98	230.813,56	1.049.769,43
CRQ	QUINDÍO	40.890,42	5.896,99	20.052,87	66.840,28
CSB	BOLÍVAR	144.951,63	231.932,79	156.116,69	533.001,10
CVC	VALLE DEL CAUCA	409.659,23	170.141,77	99.527,32	679.328,32
CVS	CÓRDOBA	118.276,50	525.235,56	168.922,76	812.434,82
DADMA	MAGDALENA	1,70	73,26	34,47	109,43
DAGMA	VALLE DEL CAUCA	524,32	31,23	11,07	566,62
DAMAB	ATLÁNTICO	121,05	289,40	498,10	908,56
EPA	BOLÍVAR	3,60	18,72	223,02	245,34
SDA	CUNDINAMARCA	49,83	766,25	545,77	1.361,84
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>7.910.866,28</b>	<b>8.262.832,04</b>	<b>6.436.803,04</b>	<b>22.610.501,36</b>

TABLA 3. ÁREA POR CATEGORÍAS DE MANEJO EN ÁREAS DE PARQUES NATURALES NACIONALES (HECTÁREAS)

AREA SPNN	DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
ALTO FRAGUA - INDIWASI	CAQUETÁ	290,99	837,93	1.449,63	2.578,56
	CAUCA			0,12	0,12
	HUILA			0,73	0,73
AMACAYACU	AMAZONAS	17,71		1.149,57	1.167,28
CAHUINARÍ	AMAZONAS			4.020,91	4.020,91
CATATUMBO - BARI	NORTE DE SANTANDER	3.807,90	4.088,10	5.615,61	13.511,61
CHINGAZA	CUNDINAMARCA	58,97	369,15	1.167,07	1.595,20
	META	256,88	112,28	654,41	1.023,58
CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA	MAGDALENA	11.175,01	99,95	1.748,69	13.023,65
COMPLEJO VOLCANICO DOÑA JUANA CASCABEL	CAUCA		150,81	3.207,80	3.358,61
	NARIÑO		92,71	233,43	326,14
	PUTUMAYO			0,51	0,51
CORDILLERA DE LOS PICACHOS	CAQUETÁ		139,99	1.363,27	1.503,25
	META	721,98	7.054,18	11.923,09	19.699,24
CUEVA DE LOS GUACHAROS	HUILA		48,53	141,18	189,71
EL COCUI	ARAUCA	1.100,50	1.324,60	6.959,35	9.384,46
	BOYACÁ	3,27	328,22	9.650,44	9.981,93
	CASANARE			15,36	15,36
EL CORCHAL "EL MONO HERNANDEZ"	BOLÍVAR		32,71	688,30	721,01
	SUCRE		165,07	355,04	520,11
EL TUPARRO	VICHADA		83,68	6.572,54	6.656,23
GALERAS	NARIÑO	174,71	46,94	1.017,53	1.239,18
GUANENTÁ-ALTO RÍO FONCE	SANTANDER		91,16	586,37	677,53
IGUAQUE	BOYACÁ	46,01	30,39	395,62	472,02
ISLA DE LA COROTA	NARIÑO			3,40	3,40
ISLA DE SALAMANCA	MAGDALENA		448,94	515,56	964,50
LA PAYA	PUTUMAYO	1.320,59	5.365,37	8.509,22	15.195,17
LAS HERMOSAS - GLORIA VALENCIA DE CASTAÑO	TOLIMA	1.625,77	708,68	11.485,19	13.819,64
	VALLE DEL CAUCA	1.331,12	62,93	2.927,78	4.321,84
LAS ORQUÍDEAS	ANTIOQUIA	1.042,38	2.516,24	1.051,29	4.609,92
LOS COLORADOS	BOLÍVAR	119,42	138,32	203,46	461,21
LOS CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO	BOLÍVAR			24,28	24,28
LOS ESTORAQUES	NORTE DE SANTANDER			11,60	11,60
LOS FARALLONES DE CALI	VALLE DEL CAUCA	2.838,84	2.551,47	4.346,53	9.736,83
LOS FLAMENCOS	LA GUAJIRA	180,53	488,87	179,18	848,59
LOS KATIOS	ANTIOQUIA			723,40	723,40
	CHOCÓ	212,41	265,17	1.737,67	2.215,24



AREA SPNN	DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
LOS NEVADOS	CALDAS		144,15	1.054,05	1.198,20
	QUINDÍO	73,92	24,78	256,42	355,12
	RISARALDA	169,59	134,98	976,75	1.281,31
	TOLIMA	29,10	9,02	673,78	711,90
MACUIRA	LA GUAJIRA	819,24	1.693,90	2.911,11	5.424,24
MUNCHIQUE	CAUCA	2.047,07	2.633,05	2.130,40	6.810,51
NEVADO DEL HUILA	CAUCA	446,32	176,99	3.964,24	4.587,55
	HUILA	663,26	258,82	1.337,89	2.259,97
	TOLIMA	32,96	198,81	5.017,16	5.248,93
NUKAK	GUAVIARE	375,26	4.430,91	21.194,04	26.000,21
	VAUPÉS			148,34	148,34
OTÚN QUIMBAYA	RISARALDA			10,77	10,77
PARAMILLO	ANTIOQUIA	4.132,33	1.390,31	4.143,81	9.666,45
	CÓRDOBA	18.201,01	19.422,69	18.631,49	56.255,19
PISBA	BOYACÁ	496,99	1.431,55	4.485,83	6.414,36
	CASANARE			8,85	8,85
PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI ANDE	NARIÑO			17,66	17,66
	PUTUMAYO			235,55	235,55
PUINAWAI	GUAINÍA	2.185,55	1.643,21	26.450,62	30.279,39
PURACÉ	CAUCA	0,00	54,27	1.526,14	1.580,41
	HUILA			2.649,72	2.649,72
RÍO PURÉ	AMAZONAS			2.904,70	2.904,70
SANQUIANGA	NARIÑO	196,70	502,44	7.005,87	7.705,01
SELVA DE FLORENCIA	CALDAS	912,65	386,02	6.572,39	7.871,05
SERRANÍA DE CHIRIBIQUETE	CAQUETÁ	157,48	115,77	20.167,17	20.440,42
	GUAVIARE			3.543,92	3.543,92
	VAUPÉS			30,16	30,16
SERRANIA DE LOS CHURUMBELOS	CAQUETÁ			9,70	9,70
	CAUCA		82,76	481,76	564,51
	HUILA			2,01	2,01
	PUTUMAYO			32,71	32,71
SERRANÍA DE LOS YARIGUÍES	SANTANDER	275,43	1.525,36	2.293,39	4.094,18
SIERRA DE LA MACARENA	META	11.146,33	18.866,81	26.768,98	56.782,12
SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	CESAR	1.569,31	813,81	3.037,79	5.420,90
	LA GUAJIRA	9.707,83	4.516,30	13.027,84	27.251,97
	MAGDALENA	10.832,69	1.935,39	12.037,61	24.805,69
SUMAPAZ	CUNDINAMARCA	164,97	485,01	1.253,47	1.903,45
	HUILA			2,06	2,06
	META	69,23	381,95	5.045,94	5.497,13
TAMÁ	NORTE DE SANTANDER	281,39	1.709,03	3.259,14	5.249,56

AREA SPNN	DEPARTAMENTO	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total general
TATAMA	CHOCÓ			168,21	168,21
	RISARALDA	179,16	45,65	382,97	607,77
	VALLE DEL CAUCA	45,06	3,15	163,80	212,01
TAYRONA	MAGDALENA	8,29	153,29	560,91	722,49
TINIGUA	META	3.781,29	15.877,78	22.626,66	42.285,73
URAMBA BAHÍA MÁLAGA	VALLE DEL CAUCA			4,53	4,53
UTRÍA	CHOCÓ	974,55	995,06	751,16	2.720,76
YAIGOJE APAPORIS	AMAZONAS	98,24	799,17	3.809,18	4.706,58
	VAUPÉS	169,50	434,43	8.296,41	8.900,33
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>96.567,70</b>	<b>110.919,01</b>	<b>332.700,22</b>	<b>540.186,92</b>

Debido a la insuficiente información cartográfica relacionada con las variables utilizadas para la construcción del mapa para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, esta versión del mapa no presenta áreas identificadas para dicho territorio, sin embargo se espera que en futuras actualizaciones se cuente con información adecuada para tal fin.

## ANEXO 8. INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LOS TALLERES Y REUNIONES DE FORMULACIÓN DEL PLAN

ACCIÓN SOCIAL	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA	ONG PENSANDO RAICES
ACODAL	CORPORACIÓN ITZEA	ORANGE COUNTY ENVIRONMENTAL PROTECTION DIVISION
ACUANAL Y CENIACUA	CORPORACIÓN MASBOSQUES	VIVERO AGROFORESTAL JUANH
ACUARIO Y MUSEO DEL MAR (ACUARIO RODADERO)	CORPORACIÓN PRO ROMERAL	PARK HOTEL
ALCADIA EL PLAYÓN	CORPORACIÓN RÍO SOACHA	PNN
ALCALDÍA DE BUCARAMANGA	CORPOURABÁ	PRO ROMERAL
ALCALDÍA DE LEBRIJA	CORTOLIMA	PROCAT
ALCALDÍA DE SIBATE	COSMOAGRO S.A. - TRIADA EMA S.A.	REPRESENTACIONES Y SERVICIOS GLOBALES
ALCALDÍA DE TONA	CTAS	SDS
ANDESCO	CVC	SECRETARÍA DE DESARROLLO
ANDRIS	DAGMA	GOBERNACIÓN DE SANTANDER
ANH	DISTRAVES S.A.	SECRETARÍA DE SALUD DISTRITAL
ARGOS S.A	DTSA	SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE MEDELLIN
ASFRUVERS	E.S.P.	SENA
ASOCARS	ECOREEF	SENALTRA LTDA.
ASOCIACIÓN CAMPESINA MAKLENCKE	EMAB	SIAS
ASOCIACIÓN CENTRAL ECOLÓGICA DE SANTANDER	EMBAJADA BRITÁNICA	SOCIEDAD MEJORAS PÚBLICAS DE BUCARAMANGA
ASOCIACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO GUABAS - ASOGUABAS	ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA	SUCROMILES S.A / TATE & LYLE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA	F.G.E	SUMICOL
ASOYOTOCO	FENALCE	UAO
ASTAGROC	FUINAM	UNAB
BP EXPLORATION	FUNDACIÓN PROSIERRA	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
CAS	FUNDACIÓN AMIGOS DE SANTANDER	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
CRQ	FUNDACIÓN ESAWA	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
CAJASAN	FUNDACIÓN FESAM	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
CARVAJAL	FUNDACIÓN MAIMA (ONG)	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CDMB	FUNDACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL DEL CARIBE (UMAC)	UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
CEMEX COLOMBIA S.A	FUNDACIÓN NATURA	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CENTRO DE EDUCACIÓN FLORIDA BLANCA	FUNDACIÓN PICACHOS	UNIVERSIDAD DE CAUCA
CENTRO FORESTAL TROPICAL BAJO CALIMA	FUNDAEXPRESSION	UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA
DE LA UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	GRUPO HTM	UNIVERSIDAD DE LA SALLE
CDMB	HOLCIM COLOMBIA S.A	UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
CODECHOCÓ	IDEAM	UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
COLIDERAR (FUNDACION LÍDERES)	INCIVA	UNIVERSIDAD DEL NORTE
COMESTIBLES ALDOR S.A	INSTITUCIÓN LEBRIJA	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
COOFORESTAL	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO (IIAP)	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CORANTIOQUIA	INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT	UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
CORMAGDALENA	INSTITUTO SINCHI	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
CORNARE	INVEMAR	UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
CORPAMAG	IPC	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
CORPOAMAZONIA	ISAGEN	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
CORPOCHIVOR	LUFETOGA	U.P.T.C.
CORPOCUENCAS	MCNEIL LA LLC (CALI)	UPB
CORPODER	MINEROS S.A.	URS_CEIAC
CORPOGUAVIO	NACIONES UNIDAS	USAID
CORPOICA	NORCARBÓN S.A	USTA
CORPORACIÓN ACCIÓN VIVA	ONG ACORPAE	VECTOR DE COLOMBIA
CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL		

## TABLA DE CONTENIDO

### I PARTE

#### Los pasos fundamentales de la restauración ecológica

##### Introducción

Pág.

9

### II PARTE

#### Ecosistemas Terrestres

##### Introducción

41

##### 1. Páramos

43

##### 2. Bosques

53

##### 3. Sabanas

72

##### 4. Zonas secas

82

### III PARTE

#### Ecosistemas Acuáticos

##### Introducción

93

##### 1. Humedales

96

##### 2. Ríos y bosques riparios

103

### IV PARTE

#### Sistemas Costeros

##### Introducción

113

##### 1. Manglares

116

##### 2. Ecosistemas corales

121

##### 3. Praderas de pastos marinos

126

