



PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL 2021-2030



El ambiente
es de todos

Minambiente



El ambiente
es de todos

Minambiente

PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL **PENIA 2021-2030**



REPÚBLICA DE COLOMBIA

Presidente de la República
Iván Duque Márquez

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Carlos Eduardo Correa Escaf

Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio
Juan Nicolás Galarza Sánchez

Director de Ordenamiento Territorial y Coordinación
del Sistema Ambiental - SINA
Oswaldo Porras Vallejo

Subdirectora de Educación y Participación
María Lucía Franco Ensuncho

Grupo Ancla:

Ideam:

Yolanda González, Directora
Héctor González, Asesor Técnico-Dirección General
Ana María Rojas, Asistente Técnica

IIAP:

William Klinger Brahan, Director
Giovanni Ramírez, Subdirector de Investigaciones

Invemar:

Francisco Arias, Director General
Jesús Garay, Subdirector Coordinación Científica
Dinora Otero, Coordinadora de Planeación
Mónica Zulbarán, Profesional de Planeación

Instituto Humboldt:

Hernando García, director
Óscar Gualdrón, Subdirector de Investigaciones
Claudia María Villa, Coordinadora de Formación y Fortalecimiento de Capacidades
Carlos Tapia, Investigador Senior
Ricardo Carrillo, Jefe de la Oficina de Planeación, Seguimiento y Evaluación

Instituto Sinchi:

Luz Marina Mantilla Cárdenas, Directora General
Jorge Enrique Andrade, Profesional Oficina Asesora de Planeación
Marco Ehrlich, Subdirector Científico y Tecnológico
Catalina Chica Vargas, Jefe Oficina Asesora de Planeación

Minciencias:

Argiro de Jesús Ramírez, Gestor en Ciencia y Tecnología
Jorge Cano, Coordinador Implementación
Recomendaciones Misión de Sabios 2019

Grupo Técnico del Penia Minambiente:

Natalia Ruiz Rodgers, Coordinadora
Lisbeth Fog Corradine, Editora
Luis B. Carvajal C.
Marcela Salguero Cruz
Tatiana Watson Murcia
Stephanía Ramírez León
Adriana Solano-P.

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Asesores científicos

Enrique Javier Peña
Ernesto Guhl
Jaime Cantera Kintz
Carlos Vargas Jimenez
Fernando Trujillo
Gustavo Adolfo Vallejo
José Daniel Pabón Caicedo
Germán Bayona

Diseño y diagramación

Joann Triana

Carátula e ilustraciones

Gilberto Aponte, Sinchi

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (Penia)

2021 -2030 [recurso electrónico] / textos: Ruiz Rodgers, Natalia; Carvajal C. Luis B; Salguero Cruz, Marcela; Watson Murcia, Tatiana; Ramírez León, Stephanía; Solano Pita, Adriana; ed.: Fog Corradine, Lisbeth. - Bogotá D.C.: Colombia Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020.

131 p.: il.

ISBN: 978-958-5551-54-1

1. investigación ambiental 2. legislación ambiental 3. política ambiental 4. Planeación estratégica 5. planeación ambiental 6. planeación ambiental estratégica I. Tit. II Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible III. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

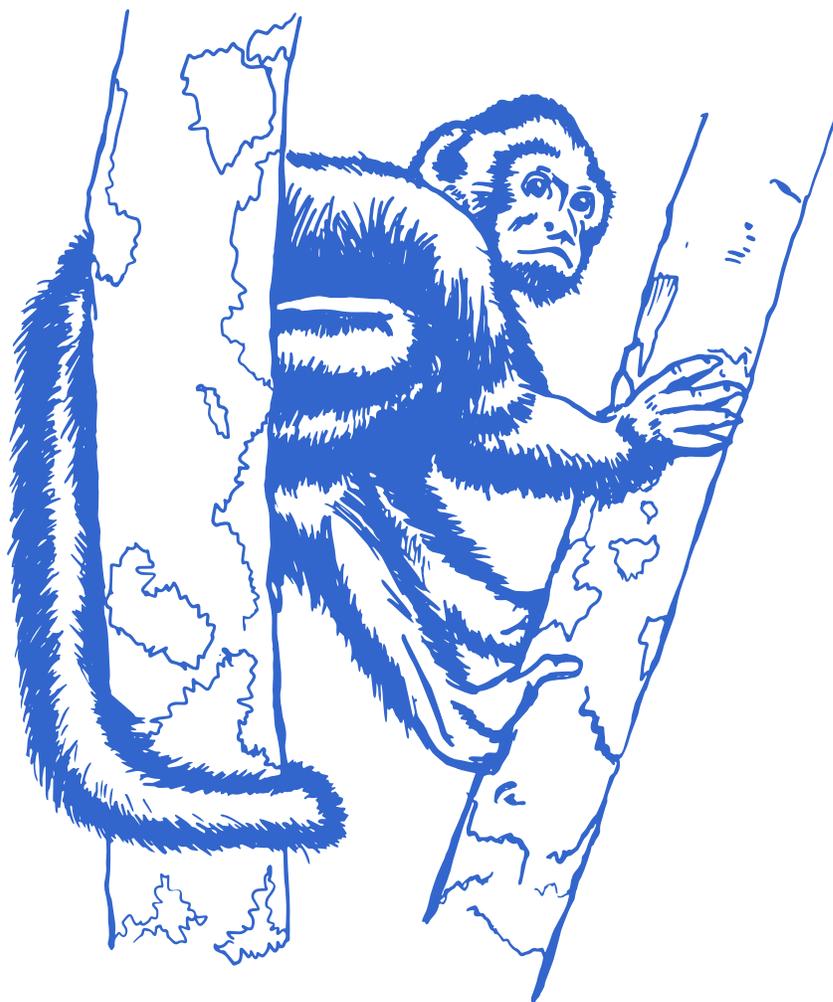
CDD: 001.4

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia, 2020

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación 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 total o parcial de este documento para fines comerciales.

No comercializable. Distribución gratuita





Índice

Presentación - 7

Agradecimientos - 9

Siglas - 10

Resumen Ejecutivo - 13

1. Introducción - 17

2. Marco conceptual - 21

2.1. Políticas internacionales - 22

2.2. La nueva realidad: la pandemia - 25

2.3. Contexto nacional - 26

2.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022, pacto por Colombia, pacto por la equidad - 26

2.3.2. Misión Internacional de Sabios - 28

2.3.3. Otros instrumentos nacionales de política ambiental - 30

3. Diagnóstico de la investigación ambiental - 33

3.1. Análisis del Penia 2008-2018 - 34

3.2. Análisis de los Picia 2019-2022 - 34

3.3. Contribución de otras entidades del SINA a la investigación ambiental - 35

3.3.1. Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) - 35

3.3.2. Autoridades Ambientales Urbanas (AAU) - 36

3.3.3. Otras autoridades ambientales - 37

3.4. Síntesis de la investigación en temas ambientales - 37

4. Metodología - 39

5. Lineamientos generales del Penia - 43

5.1. Enfoque - 44

5.2. Principios - 44

5.3. Visión - 45

5.4. Misión - 45

5.5. Objetivo general - 45

5.6. Objetivos específicos - 45

6. Programas estratégicos y líneas de investigación - 47

6.1. Programa 1. Cambio climático - 48

6.2. Programa 2. Océanos y costas sostenibles y resilientes - 50

6.3. Programa 3. Agua, ecosistemas acuáticos y territorio - 52

6.4. Programa 4. Biodiversidad, bienestar y sostenibilidad - 54

6.5. Programa 5. Salud y calidad ambientales - 57

6.6. Programa 6. Construcción de territorios sostenibles - 59

6.7. Programa 7. Apropiación social del conocimiento para la gobernanza ambiental - 61

6.8. Programa 8. Gestión integral de la información ambiental en Colombia - 63

7. Seguimiento y evaluación - 67

7.1. Consideraciones generales - 68

7.2. Articulación con las políticas vigentes - 68

7.3. Incorporación del Penia a los Picia - 68

7.4. Coordinación - 68

7.5. Cambios normativos - 69

7.6. Estrategias para la implementación - 69

7.7. Estrategias de seguimiento y evaluación - 70

7.7.1. Instrumento de evaluación en la implementación - 71

7.7.1.1. Tipologías - 71

7.7.2. Instrumento de evaluación de resultados - 71

Glosario - 75

Referencias - 81

Bibliografía - 85

Anexos - 93

Anexo 1. Documento de análisis y recomendaciones sobre los diferentes referentes internacionales en relación a las tendencias de investigación mundial. Academia de Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020 - 94

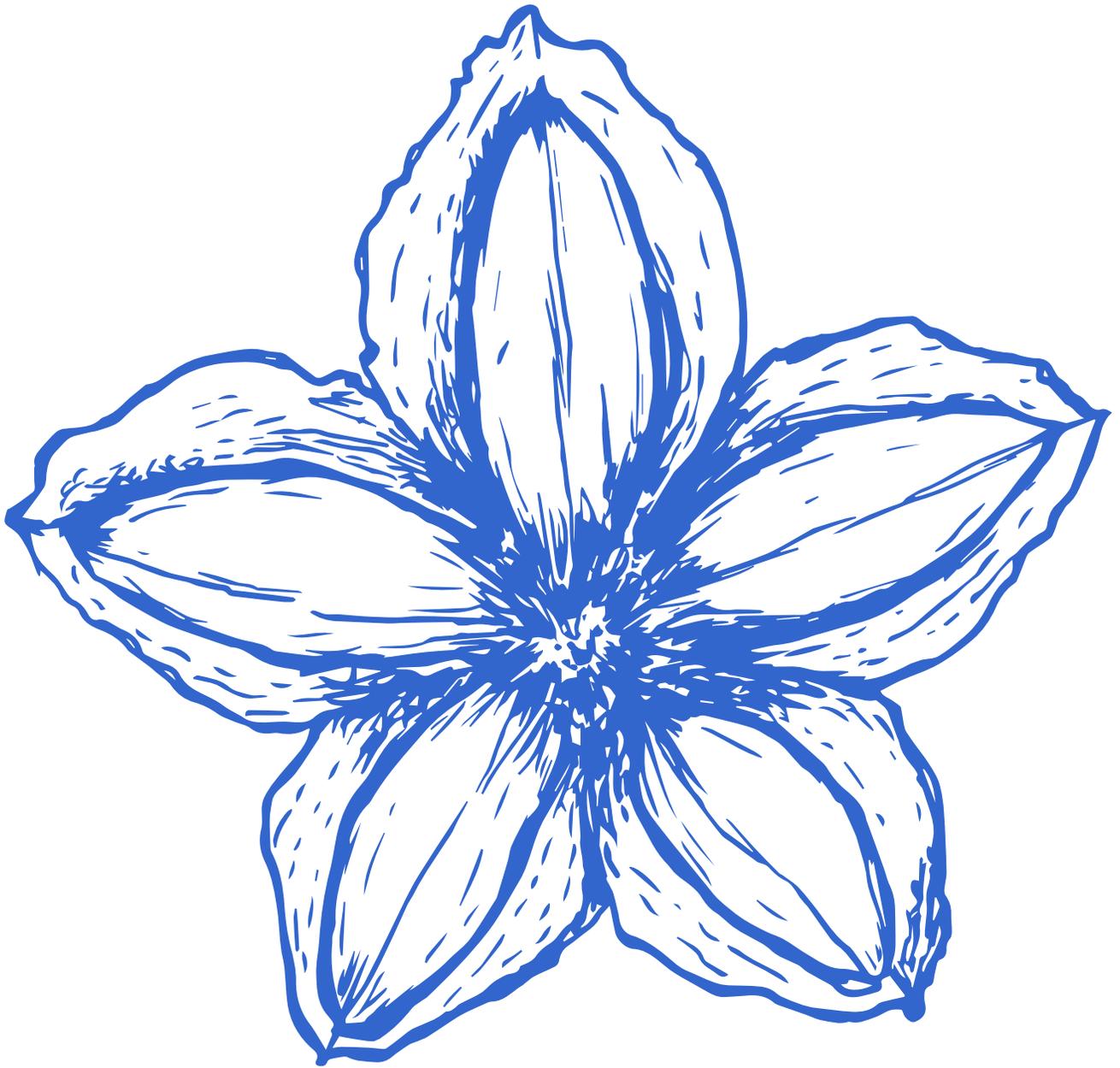
Anexo 2. Marco normativo - 95

Anexo 3. Análisis del Penia 2008-2018 - 99

Anexo 4. Documento con el análisis de los Picia actuales de los institutos de investigación ambiental del SINA. Academia de Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020 - 101

Anexo 5. Síntesis de la investigación en temas ambientales - 102

Anexo 6. Metodología - 108



PRESENTACIÓN

Colombia, como país megadiverso, tiene la gran responsabilidad de conocer lo que su territorio alberga y las dinámicas que entre todos los componentes del mundo ambiental ocurren en su territorio: desde el microorganismo más oculto en ecosistemas con las condiciones más extremas, el curso de los vientos que cruzan por sus cielos y las mareas de sus dos océanos, la calidad de su red de ríos y otros ecosistemas acuáticos, las potencialidades de su biodiversidad, hasta los efectos del cambio climático y las diversas e ingeniosas maneras para adaptarse y la relación que han tenido y tienen en la actualidad las diferentes comunidades rurales y urbanas con el inmenso abanico de territorios donde habitamos los colombianos.

Este segundo Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (Penia) representa una reflexión profunda de lo que ha sucedido en el país desde que se formuló el primero en 2008, rescata sus fortalezas y propone nuevos caminos para superar sus debilidades, con un reto adicional: se formula en un momento de crisis ambiental planetaria que ha exigido al ser humano repensar su relación con el ambiente, buscando no solo su salud y bienestar, sino la de los ecosistemas y la del planeta en general. Una salud total.

Este Penia 2021-2030, a diferencia del primero, busca ampliar su radio de acción no solamente a los cinco institutos de investigación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), sino a toda la comunidad científica del país –y del mundo– para lograr una investigación colaborativa e interdisciplinaria, con objetivos definidos y que responda a las necesidades y problemas del territorio. Conscientes de que en diez años no será posible dar solución a todos ellos, el Penia ha integrado en ocho programas las líneas estratégicas que pueden resultar prioritarias y en las que es necesario promover la investigación científica para poder resolver situaciones que seguramente mejorarán las condiciones ambientales nacionales, con repercusiones en el nivel planetario.

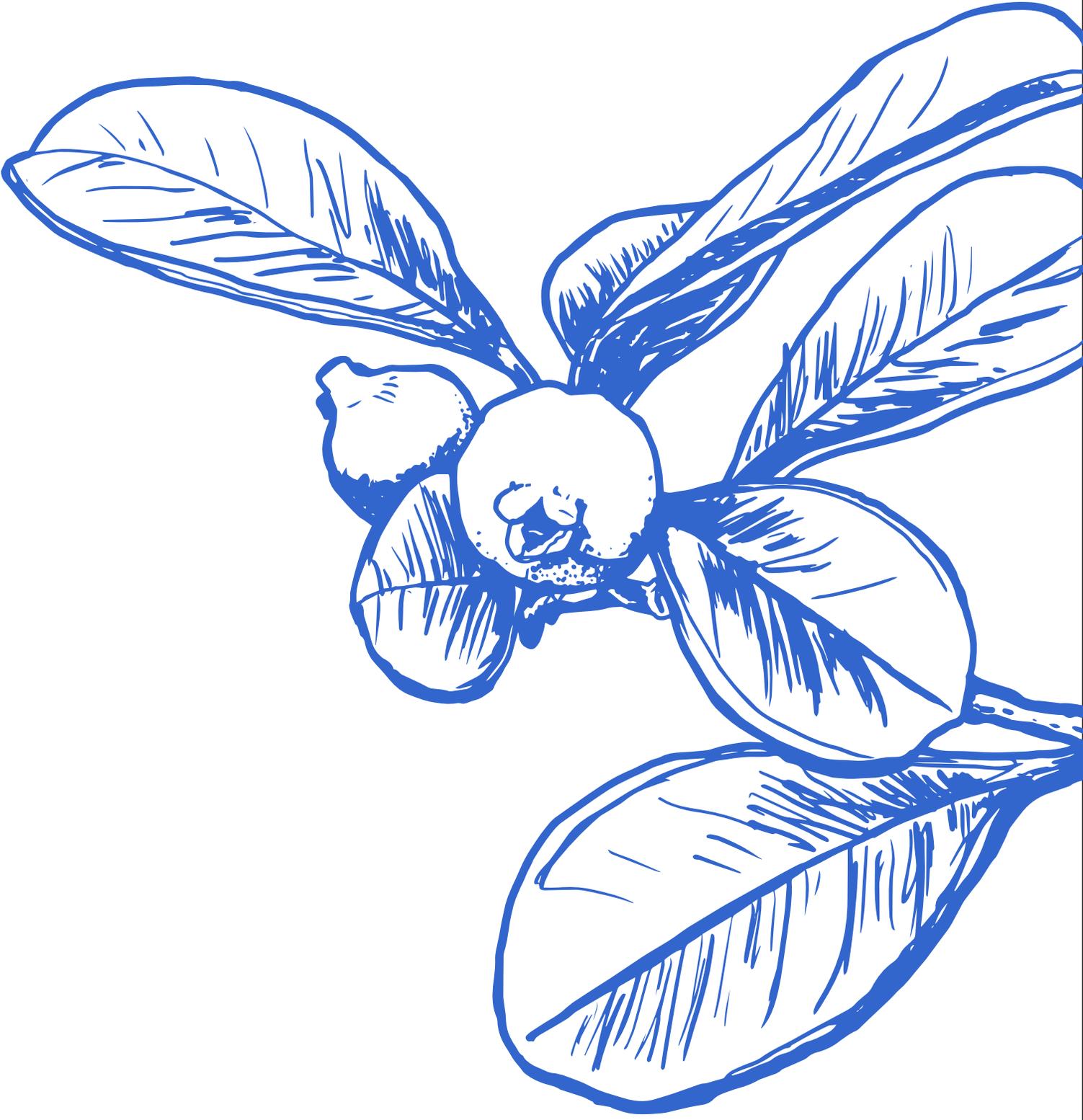
Destaco la forma como se construyó este Penia, por la variedad de actores que fueron consultados, –locales, regionales, nacionales e internacionales–, que no solamente tuvieron la oportunidad de escuchar las propuestas de formulación del Plan, sino que con sus aportes ayudaron a darle más contenido y estructura para lograr el texto que usted podrá leer en las siguientes páginas de este documento. El grupo Penia, del Minambiente, tuvo siempre muy claro que más que ‘socializar’ el documento, un Penia participativo debía involucrar y escuchar a expertos y a la ciudadanía. El resultado comprueba el trabajo realizado durante más de un año de propuestas, reflexiones, lecturas, reuniones y talleres presenciales y virtuales, en los que tanto funcionarios de los institutos como miembros de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Accefyn) también aportaron con su experiencia y conocimiento.

Quiero además hacer un reconocimiento a mis antecesores, al ministro Ricardo Lozano y al viceministro Roberto Esmeral por su compromiso para que este Penia 2021-2030 viera la luz al final del año 2020 y pudiera empezar a implementarse en la década que estamos comenzando.

Ya es hora de que con decisión la comunidad científica del país tenga las posibilidades reales de investigar todos los aspectos ambientales nacionales desde diferentes disciplinas para conocer, respetar y aprovechar lo que tenemos, lo que con seguridad puede hacer de Colombia un país que no solamente se destaque porque ocupa uno de los primeros lugares del mundo en biodiversidad, sino el país que conoce lo que posee, está preparado para tomar decisiones con base en la evidencia científica y cuenta con una ciudadanía sensible, que valora su territorio.

¡Feliz y enriquecedora lectura!

Carlos Eduardo Correa Escaf
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible





AGRADECIMIENTOS

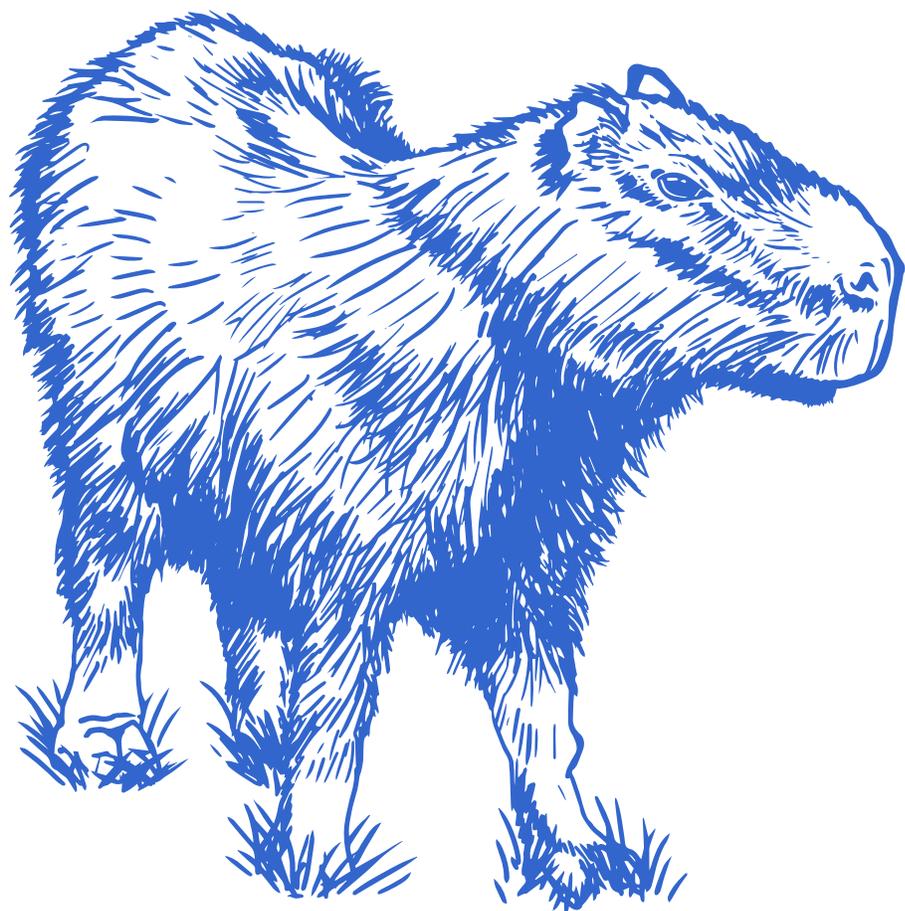
Expresamos sincera gratitud por su apoyo y cooperación para construir el segundo Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental –Penia 2021-2030, al señor Viceministro de Ordenamiento Territorial, al Director de Ordenamiento y a los demás directores y funcionarios del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como a los directores y funcionarios de los institutos de investigación adscritos y vinculados al Ministerio, a las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenibles, a las autoridades ambientales urbanas, al Ministerio de Ciencia y Tecnología, a la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El concurso entusiasta y profesional del talento humano de todas estas organizaciones hizo posible que hoy se entregue al país esta carta de navegación para orientar los esfuerzos de investigación en la búsqueda del desarrollo sostenible para la próxima década y enfrentar los enormes retos ambientales a escala nacional y del planeta.

Este proyecto de actualización del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental se llevó a cabo en el marco de la Alianza para el Crecimiento Sostenible entre el Reino Unido y Colombia, en colaboración conjunta entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la red Ciencia e Innovación del Foreign, Commonwealth & Development Office -FCDO y el Fondo Acción.

AAU	Autoridades Ambientales Urbanas
Accefyn	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
AMP	Áreas Marinas Protegidas
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CA	Carbono azul
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales
CDB	Convenio de Diversidad Biológica
CENI	Centros de investigación y desarrollo tecnológico
Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
Conasa	Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental
Cotsa	Consejos Territoriales de Salud Ambiental
Cmnucc	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Covid-19	Coronavirus Disease 2019
CT&I	Ciencia, tecnología e innovación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GEF	Global Environment Facility
GEI	Gases de Efecto Invernadero
I&D	Investigación y Desarrollo
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"
ICDE	Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IIAP	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John von Neumann"
IDA	Infraestructura de Datos Ambientales
Invemar	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis"
IOM	Investigación Orientada por Misión
Ipbes	Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Minciencias	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
NbS	Soluciones basadas en la naturaleza
NVS	Negocios verdes y sostenibles
ONU	Organización de Naciones Unidas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de Naciones Unidas
PACA	Plan de Acción Cuatrienal Ambiental del Distrito Capital

PAI	Planes de Acción Institucional
PEN	Plan Estadístico Nacional
Penia	Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental
PGAR	Planes de Gestión Ambiental Regional
PIB	Producto Interno Bruto
Picia	Plan Institucional Cuatrienal de Investigación
PISA	Política Integral de Salud Ambiental
PND	Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad
Pngibse	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos
PNN	Parques Nacionales Naturales
PNR	Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas
Pnuma	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POT	Planes de Ordenamiento Territorial
PRAE	Proyectos Ambientales Escolares
PDET	Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial
Pomca	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
Pomiuac	Planes de Desarrollo, los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras
PyME	Pequeñas y Medianas Empresas
RCIC	Red Colombiana de Información Científica
SARS-CoV2 S	Síndrome Respiratorio Agudo Grave - Coronavirus
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia
SIAM	Sistema de Información Ambiental Marina
SIAT-AC	Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana
SIAT-PC	Sistema de Información Ambiental Territorial del Pacífico Colombiano
SIB	Sistema de Información de la Biodiversidad de Colombia
SINA	Sistema Nacional Ambiental
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
Sinchi	Instituto Amazónico de Investigaciones "SINCHI"
Singei	Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
SIRH	Sistema de Información del Recurso Hídrico
Sisaire	Sistema de Información sobre Calidad del Aire
Sncti	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNIF	Sistema de Información Forestal
Suisa	Sistema Único de Información en Salud Ambiental
TSS	Transiciones Socioecológicas hacia la Sostenibilidad
Uncdd	Convenio de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la sequía
UNFF	Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques
Ungrd	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UPOV	Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales
WWF	World Wide Fund for Nature
ZRC	Zonas de Reserva Campesina



RESUMEN EJECUTIVO

El Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental -Penia, como instrumento de planificación a nivel nacional que armoniza a los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental -SINA y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, para la definición de áreas y temas importantes de investigación, según los objetivos e intereses nacionales. Para el período 2021-2030 el Penia establece 8 grandes programas estratégicos que orientan la investigación ambiental, con un total de cuarenta y 43 líneas de investigación que son los ejes que estructuran la actividad investigativa y dan continuidad en los diferentes programas. Lo anterior, corresponde al trabajo dinámico y articulado por parte de los institutos de investigación del SINA, un equipo del Minambiente y el apoyo y la colaboración de numerosas entidades y personas (cuyos nombres aparecen en los Anexos).

Es importante destacar que mediante los programas y líneas se establece de manera general las orientaciones para generar, conservar y transferir la información y el conocimiento científico, que responda a los intereses estratégicos nacionales para la toma de decisiones en pro de la sostenibilidad y el bienestar de la sociedad. Igualmente, de manera específica aportar al conocimiento de los diferentes fenómenos ambientales, globales y territoriales, mediante la adecuada protección, conservación y uso sostenible de la biodiversidad, una mejor ocupación territorial, calidad ambiental que contribuya a la salud de los seres humanos, la mitigación y la adaptación al cambio climático, y la preservación de los ecosistemas.

Para la formulación de este Plan se tuvieron en cuenta los diversos instrumentos de política ambiental de que dispone el país, también las consideraciones de la Misión Internacional de Sabios, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la experiencia de los institutos de investigación.

La consolidación de los ocho programas del Plan, se sintetizan de la siguiente manera:

Programa 1. Cambio climático y gestión del riesgo.

Busca aportar al conocimiento del cambio climático, su mitigación y adaptación, y a la gestión del riesgo de manera diferenciada para cada región y tipo de ecosistema. Contribuye a una visión sistémica del fenómeno, a partir del trabajo conjunto con las comunidades en los niveles local y regional, para una adecuada planeación y gestión ambiental.

Programa 2. Océanos y costas sostenibles y resilientes.

Tiene por objeto generar conocimiento científico y recomendar estrategias que conduzcan a la mejor conservación y aprovechamiento de la riqueza, la diversidad y

la abundancia. Así mismo, contribuir a una ocupación y uso sostenible de las zonas marinas y costeras, con una visión sistémica desde la dimensión humana que permita responder a sus necesidades y bienestar.

Programa 3. Agua, ecosistemas acuáticos y territorio.

Su propósito es investigar sobre la disponibilidad y uso del agua, los cambios regionales en esta dinámica y proponer escenarios de corto, mediano y largo plazo, asociados a las necesidades propias del territorio a través de una visión sistémica y holística de la gestión integral del agua en el territorio, que contemple la gobernanza eficiente, la biodiversidad, la conservación y restauración de ecosistemas, el efecto del cambio climático y los desastres.

Programa 4. Biodiversidad, bienestar y sostenibilidad.

El programa busca contribuir significativamente a la generación de conocimiento para revertir la pérdida de biodiversidad y aprovechar las contribuciones que brindan los ecosistemas (servicios ecosistémicos) al bienestar de las poblaciones humanas y no humanas. Busca impulsar transiciones socioecológicas que los integren como componentes activos fundamentales del bienestar, la equidad y la inclusión social, que son factores importantes en la construcción de resiliencia socioecológica y fundamentar una economía sostenible, acorde con la diversidad biocultural del país.

Programa 5. Salud y calidad ambientales.

Busca promover ecosistemas saludables y desarrollar estrategias que promuevan y mejoren las condiciones de vida, el buen vivir de las comunidades, y aquellas que desde escenarios multiactores incidan en una mejor gestión del territorio. Promover la educación ambiental, el monitoreo, la medición, la evaluación y las acciones de concientización, control y manejo del ambiente.

Programa 6. Construcción de territorios sostenibles.

El propósito es formular planes de ordenamiento territorial y demás intervenciones que conduzcan al diseño de modelos de ocupación más sostenibles y equilibrados, a partir de la recomendación de metodologías, técnicas, normas y criterios. Fomentar en los planes el adecuado uso del suelo y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, el reconocimiento de la diversidad territorial y cultural y la promoción de vínculos urbano rurales y urbano regionales.

Programa 7. Apropiación social del conocimiento para la gobernanza ambiental.

Busca analizar y comprender la gobernanza ambiental de los diferentes territorios, con el fin de generar conocimiento e información clara y accesible al entendimiento de la población, que aporte

a la transformación de los conflictos socioambientales hacia la sostenibilidad.

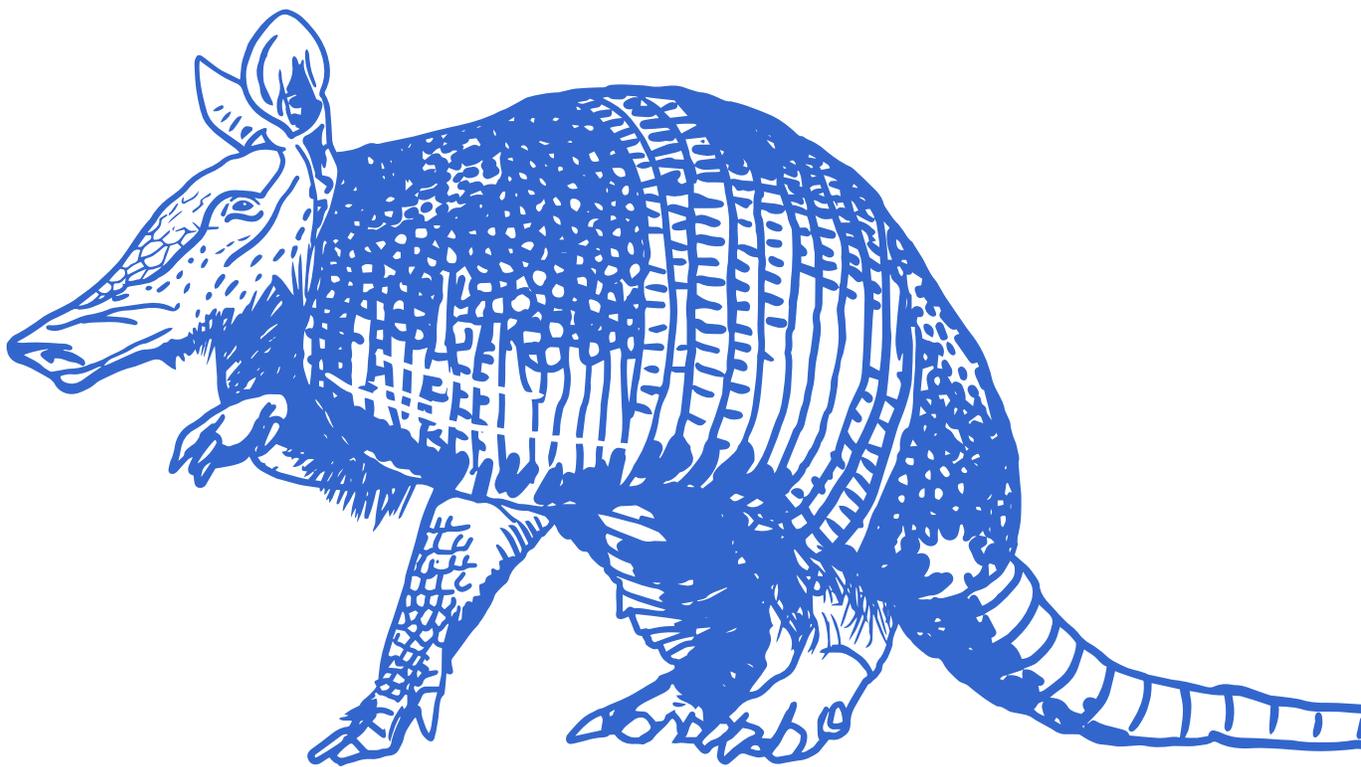
Programa 8. Gestión integral de la información ambiental en Colombia. Plantea la consolidación de los procesos actuales de producción de datos e información en los diferentes ámbitos geográficos a nivel nacional y regional, el fortalecimiento, estandarización, sistematización, análisis y divulgación de información y sus productos, una política de gestión de la información y el desarrollo de plataformas en línea. Se busca además incursionar en la ciencia y analítica de datos e información ambientales.

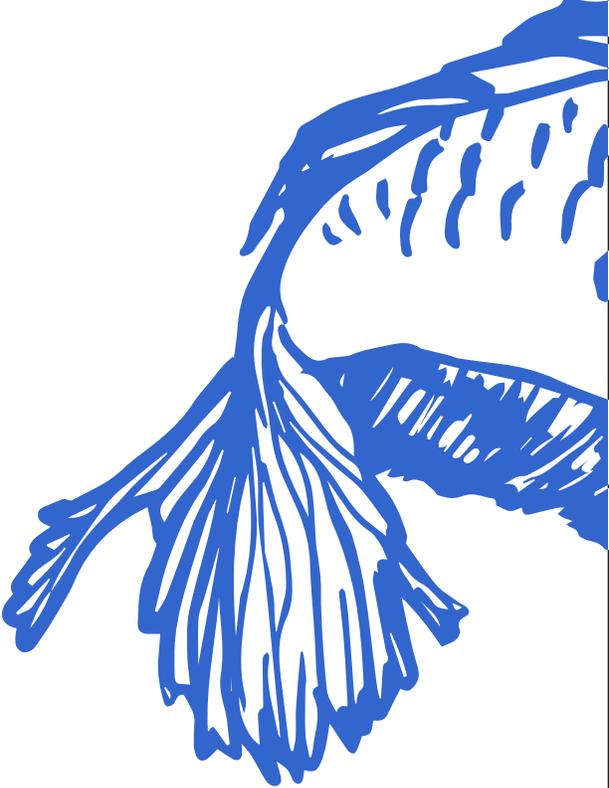
Es muy importante resaltar el carácter que el Plan establece respecto al diálogo de saberes y a la participación comunitaria. Los programas antes señalados y las líneas correspondientes se constituyen de tal forma que sea posible la vinculación de las diferentes entidades del SINA, y de otras organizaciones públicas y privadas en el campo académico y productivo.

El Plan contempla la conformación de un comité coordinador, cuya secretaría técnica la ejercerá el Minambiente, a través del cual se propenderá su adecuada promoción y ejecución, se realizarán los ajustes necesarios frente a cambios significativos en las circunstancias, la

conformación de los instrumentos para evaluar su implementación y el aprovechamiento final de los resultados de las investigaciones que se proponen.

Por último, el nuevo Penia surge en un momento histórico en el que existen contundentes evidencias de la crisis ambiental que han generado grandes desafíos globales para la humanidad, como el cambio climático, el agotamiento de los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, la pérdida de biodiversidad, el surgimiento de nuevas y graves enfermedades infecciosas y parasitarias. Por lo tanto, no se debe limitar ni al Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, ni a los institutos de investigación adscritos a dicho ministerio, sino que debe involucrar de manera real y efectiva a otros actores como el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, universidades, sectores empresariales y otros. De tal forma que el Penia debe convertirse en la carta de navegación de la investigación ambiental del Minambiente, del SINA, del sector privado y de las universidades colombianas y debe considerar toda la gama de problemas ambientales actuales, cambio climático, deforestación, contaminación, posibilidades de pandemias por mal uso de los servicios ecosistémicos.







1. Introducción

En estos más de diez años desde que entra en vigencia el primer Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (Penia), las condiciones del planeta y del país han cambiado sustancialmente desde la perspectiva ambiental, pero también desde lo social, lo económico, lo político y de salubridad. Entre esos cambios se destacan la plena evidencia del origen antrópico del cambio climático, el aumento en la contaminación de los océanos, la degradación de los suelos, el deterioro de los ecosistemas terrestres y marinos, la pérdida de biodiversidad, la inhabitabilidad urbana y la enorme desigualdad. En cuanto a la situación nacional, a estas condiciones se suman el agudo proceso de deforestación, la contaminación de los ríos y la baja calidad del aire en las grandes ciudades, para citar solo algunos de los problemas más apremiantes.

A ello se agrega ahora la presencia del coronavirus SARS-CoV2 que ha causado una pandemia a nivel mundial por la enfermedad Covid-19, generando transformaciones drásticas en la sociedad, con implicaciones en los modos de producir y las relaciones humanas. Así, los organismos internacionales de manera unánime reconocen que la salud y el medio ambiente están estrechamente relacionados. Advierten que la destrucción de los ecosistemas fomenta las amenazas contra la salud pública; mencionan la necesidad de una recuperación incluyente, basada en el manejo adecuado de la naturaleza, con políticas encaminadas a detener el cambio climático y la contaminación; urgen la creación de nuevos empleos verdes y la inversión en infraestructura social y ecológica que permitan la inclusión social. Demandan de los gobiernos y de la sociedad en general, mayor conciencia ambiental, equidad y rutas adecuadas para lograr una transición socio-ecológica que se adecúe a la 'nueva normalidad'. Como respuesta, los países tratan de implementar acciones de acuerdo con sus capacidades.

Los cambios que Colombia ha evidenciado en los últimos diez años consideran la existencia de nuevos fenómenos ambientales y sociales, la presencia de novedosos desarrollos científicos, técnicos y de comunicación, la aparición de diferentes actores, la reivindicación del enfoque regional, la multiculturalidad y la participación de las comunidades en la construcción del desarrollo sostenible de los territorios. Esto significa que el Penia requiere una profunda actualización, como lo estipula el Decreto 2370 de 2009, cuando define al Penia como "el instrumento de planificación fundamental de largo plazo, que orienta y focaliza, para una vigencia de 10 años, la actividad de la investigación ambiental en el Sistema Nacional Ambiental (SINA)", liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente).

En razón de lo anterior, y teniendo en cuenta que ya ha pasado más de una década, este documento corresponde a la segunda versión del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental para la vigencia 2021 – 2030, y tiene el propósito de definir los programas estratégicos y las líneas de investigación que demanda el país, con base en sus necesidades y sus compromisos internacionales, de conformidad con lo establecido en las normas legales y en las políticas ambientales nacionales. Sin embargo, una de sus características es la de ser adaptable y dinámico, de tal manera que sea un instrumento flexible, que responda a las circunstancias ambientales que se presenten.

En términos generales, las labores de investigación e información ambientales que se definen en el Plan tienen por objeto contribuir al mejor conocimiento de los factores ambientales, su conservación y uso, su ordenación y planeación; a la prevención o remediación de los impactos negativos; al desarrollo de tecnologías y prácticas para su aprovechamiento en beneficio del bienestar colectivo. Deben ser un aporte decisivo a la gestión ambiental del Estado y una guía y apoyo para los particulares y las comunidades.

Adicionalmente, se suma el interés de proponer un plan articulado a las tendencias de investigación internacionales y a un enfoque innovador que responda a los contextos actual y futuro. Las tendencias hablan de la necesidad de fortalecer la gobernanza medioambiental internacional para afrontar los retos globales, la circularidad para promover el consumo y la producción sostenibles, la economía azul, la eco-innovación y un mayor uso de técnicas eco-eficientes, el reconocimiento y aprovechamiento de aquellos conocimientos y formas de vida autóctonos sostenibles ambientalmente, el crecimiento verde, entre otros, que permitan cumplir a su vez con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Del mismo modo, dado el nuevo alcance, este Plan debe responder a los siguientes retos:

- Producir conocimientos y propuestas tecnológicas relevantes, oportunas y documentadas que respondan a las necesidades de los tomadores de decisión y generadores de políticas públicas, y potencien las capacidades de los emprendedores, consultores o especialistas técnicos, empresarios y miembros de grupos sociales y organizaciones no gubernamentales, entre otros.
- Establecer mecanismos que faciliten la implementación de las políticas públicas.
- Democratizar el conocimiento, para lo cual se requieren alianzas, redes colaborativas y espacios de intercambio, y sobre todo, reconocer la diversidad de saberes, de las condiciones para la exigibilidad y la trans-

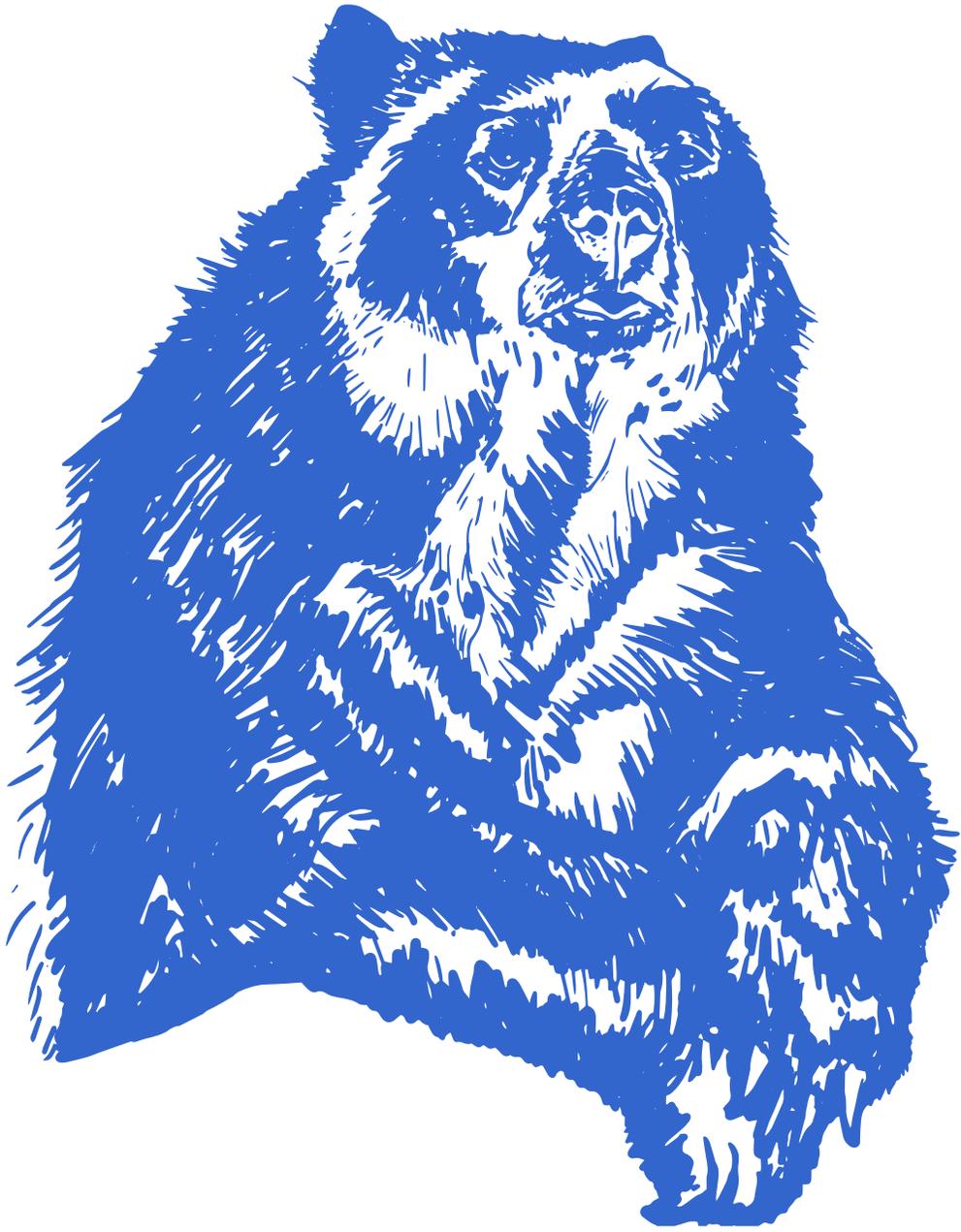
parencia en cuanto a la asignación de recursos destinados a la investigación y generar apropiación social de los resultados de las investigaciones.

Los resultados de las investigaciones contribuirán positivamente a una mejor gestión ambiental del Estado y, de manera particular, a la planeación, uso, restauración y conservación del capital natural y construido que hagan realidad un “mejor vivir” para todos los colombianos.

Esta segunda versión del Penia prioriza la planeación prospectiva, el enfoque territorial y la participación de diferentes actores nacionales y territoriales. Con la mirada puesta en el decenio, busca involucrar y articular a las diferentes instituciones de índole cien-

tífica y académica tanto a nivel nacional como regional, en especial a aquellas que conforman el Sistema Nacional Ambiental, SINA Central¹ (Ley 99 de 1993) así como al Sistema de Investigación Nacional Ambiental (Decreto 1600 de 1994) a entes territoriales y a investigadores, al igual que a otros grupos de interés de las ocho regiones de Colombia: Amazonía, Caribe, Central, Eje cafetero y Antioquia, Llano-Orinoquía, Pacífico, Santanderes y Seaflower. Busca aunar recursos que permitan la financiación de los programas y líneas de investigación. En términos temáticos, prevé un conjunto de investigaciones de interés estratégico nacional y de trascendencia internacional, que, por su alcance y características, serán motores para la sostenibilidad de la nación.

¹ Entendido como el conjunto de instituciones que tienen como labor misional la gestión ambiental, es decir, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los institutos de investigación adscritos y vinculados, las corporaciones autónomas regionales y las autoridades ambientales urbanas.



2. Marco conceptual

2.1. Políticas internacionales

Teniendo en cuenta que el primer capítulo del Penia 2008 presenta la situación ambiental del país en el contexto de los resultados de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio de la Organización de Naciones Unidas, (ONU), este nuevo Penia toma como base la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015), el Plan de Acción adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas que formula 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), además de los compromisos multilaterales relacionados con la biodiversidad, entre otros.

La Agenda 2030 reconoce avances en el cumplimiento de los ODS, pero llama la atención sobre las áreas en las que hay un franco deterioro donde es necesario ingeniarse acciones de carácter urgente. Destaca el medio ambiente natural, ubicando en lugares prioritarios acciones frente a los océanos, el clima, la extinción de especies y la degradación de los suelos.

“Es evidente que se necesita una respuesta mucho más profunda, rápida y ambiciosa para generar la transformación social y económica necesaria para alcanzar nuestros objetivos para el año 2030”, dice el Secretario General de la ONU António Guterres, sobre la base de que los ODS mantienen un balance entre el desarrollo ambiental, el social y el económico.

Entre las áreas que pueden impulsar el progreso de los 17 ODS menciona la financiación de la investigación científica, la resiliencia, las economías sostenibles e inclusivas, instituciones más eficaces; las medidas locales; un mejor uso de los datos; y un aprovechamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación con mayor enfoque en la transformación digital.

Colombia ha diseñado estrategias para cumplir las metas concretas definidas hacia el 2030. El documento Conpes 3918 de marzo de 2018 (Departamento Nacional de Planeación, 2018) establece que para la implementación de los 17 ODS en el país se debe lograr el cumplimiento de retos institucionales y de política, entendiendo que se trata de pensar el país independientemente de los períodos presidenciales.

Desde entonces se priorizó una Estrategia de Crecimiento Verde “como un enfoque transversal y envolvente que busca el bienestar económico y social de la población para asegurar que la base de los recursos naturales provea los bienes y servicios ambientales que el país necesita para lograr un desarrollo económico sostenible”. Esta estrategia se diseñó como la ruta para conseguir las metas planteadas en cada uno de los ODS, así como para alinearse con la Estrategia de Crecimiento Verde de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y los compromisos adquiridos por el país en el tema de cambio climático. Dicha Estrategia da prioridad a la incorporación de los objetivos ambientales en las políticas económicas y sectoriales. Sugiere imponer impuestos a la contaminación, ponerle valor y precio a los bienes naturales, eliminar los subsidios a labores que afectan el medio ambiente y alentar la innovación.

El Conpes finaliza con una propuesta de alianzas en la que promueve la participación de diversidad de actores y de países para la financiación nacional e internacional, la movilización, --en términos de elevar conciencia de los ciudadanos, y el conocimiento --en términos de producir, recopilar y sistematizar información sobre desarrollo sostenible.



ODS relacionados con temas ambientales y metas Colombia

ODS	TÍTULO	DEFINICIÓN	META COLOMBIA A 2030
2	Hambre cero	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible	Índice de pobreza multidimensional: 8.4%
6	Agua limpia y saneamiento	Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos	Acceso a agua potable: 100%
7	Energía asequible y no contaminante	Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos	Cobertura de energía eléctrica: 100% de viviendas
9	Industria, innovación, infraestructura	Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación	Hogares con acceso a Internet: 100%
11	Ciudades y comunidades sostenibles	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	Hogares urbanos con déficit cuantitativo de vivienda: 2.7%
12	Producción y consumo responsables	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	Tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos: 17.9%
13	Acción por el clima	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Reducción de emisiones totales de gases efecto invernadero: 20%
14	Vida submarina	Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible	Miles de hectáreas de áreas marinas protegidas: 13.250
15	Vida de ecosistemas terrestres	Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad	Miles de hectáreas de áreas protegidas: 30.620

Tabla 1. Elaboración propia con base en el Conpes 3918, 2018.

Si bien son nueve los ODS que se relacionan directamente con el sector ambiental, en los ocho restantes hay acciones que también tienen que ver con el uso, conservación y manejo del ambiente y los recursos naturales. Dentro de ellos se destacan los siguientes:

- **ODS 1: fin de la pobreza.** Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todas partes, mandato que proviene desde el Informe Brundtland (1987), según el cual la pobreza es uno de los grandes enemigos del ambiente sano. La meta 1.5 dice: Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y a otros desastres económicos, sociales y ambientales.
- **ODS 3: salud y bienestar.** Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos en todas las edades. Frente a la crisis mundial causada por la pandemia del coronavirus SARS CoV2, este objetivo adquiere una enorme importancia.
- **ODS 4: educación de calidad.** La meta 4.7 dice que para 2030, se garantizará que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.
- **ODS 8: promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.** En este objetivo se destacan las metas 8.4 - Mejorar la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente y 8.9 - Elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.
- **ODS 16: paz, justicia e instituciones sólidas.** Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles. En la medida en que haya un clima de

convivencia y de solidaridad social, será más factible el uso sostenible de los recursos.

- **ODS 17: alianzas para lograr los objetivos.** Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

En estas circunstancias la Agenda 2030 incide en todos los organismos gubernamentales y no gubernamentales de nivel internacional y nacional, lo que se demuestra en los más recientes documentos expedidos por ellos, en los que advierten del deterioro del ambiente y los recursos naturales y promueven la adopción de medidas ambientales conducentes a lograr el desarrollo sostenible.

El Banco Mundial, por ejemplo, afirma que el bienestar humano y el crecimiento económico inclusivo requieren de una gestión sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente, base para lograr la seguridad alimentaria, entre otras cosas.

Por otro lado, la inclusión de Colombia como país miembro de la OCDE implica una serie de compromisos y retos como el requerimiento de asegurar y garantizar beneficios para la población a partir de los avances científicos y tecnológicos, para lo cual es necesario un crecimiento económico sostenido, creación de empleos de calidad y fortalecimiento del bienestar social.

La OCDE recomienda fortalecer la infraestructura para la investigación y el desarrollo tecnológico con un plan estratégico a largo plazo que de prioridad a las áreas en las que el país pueda generar conocimiento.

Uno de los puntos claves en los cuales Colombia deberá realizar mayores esfuerzos es en el incremento de las inversiones en investigación y desarrollo (I&D), dado que la globalización de la ciencia y la tecnología genera nuevas oportunidades para la cooperación internacional y sirve para analizar y resolver los desafíos de la sociedad.

En cuanto al estudio realizado por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales respecto a los referentes internacionales relacionados con las tendencias en investigación a nivel mundial, éste menciona que, a partir de lo establecido por los organismos internacionales en materia ambiental, se determina la necesidad de tomar acción frente a los daños causados al medio ambiente terrestre y marino por cuenta del accionar humano. Existe evidencia de la disminución significativa de las contribuciones de la naturaleza, así como un aumento importante en el cambio climático, como factor de más rápido crecimiento que afecta negativamente la biodiversidad, exacerbado además por el uso que se da a la tierra por la expansión urbana. Se requieren políticas a todo nivel, que permitan transformar los modelos económicos, sociales y financieros para estabilizar las tendencias que han

aumentado la pérdida de diversidad biológica. Por otro lado, la creciente acidificación de los océanos, contaminación marina y disminución de los humedales requieren de una ordenación y gestión integrada de las zonas costeras y marinas para avanzar hacia formas sostenibles de desarrollo y conservación de la diversidad biológica marina (ver Anexo 1).

2.2. La nueva realidad: la pandemia

Frente a la pandemia generada por la Covid-19, la OCDE dice que es el momento de aplicar mejores prácticas para el bienestar y la salud humana. Afirma que una recuperación económica incluyente es posible siempre y cuando se lleven a cabo acciones contundentes en materia ambiental. Sugiere que la reconstrucción post-covid debe tener en cuenta políticas más fuertes frente a las emisiones de carbono y los impuestos medioambientales, el apoyo a empresas con normas ecológicas más sólidas y la integración de medidas que incluyan acciones tanto en el clima como en la biodiversidad. "Una mejora en la calidad del aire, el agua, la infraestructura de saneamiento, la biodiversidad y la gestión de residuos podría reducir la vulnerabilidad de la población a las pandemias, fortaleciendo al mismo tiempo su resiliencia ante otros tipos de riesgos, incluidos los relacionados con el medio ambiente". (OCDE, 2020)

Para el 2030 la OCDE basa sus proyecciones medioambientales en cinco ejes temáticos: cambio climático, biodiversidad y recursos naturales renovables, agua, calidad del aire y residuos y sustancias químicas peligrosas.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma) considera que la pandemia representa la mayor advertencia para que la humanidad replantee su relación con el medio ambiente. Urge la restauración de ecosistemas y de la diversidad biológica perdida, la lucha contra el cambio climático y la reducción de la contaminación. Exige políticas e inversiones en las que los gobiernos no pueden dejar de lado la sostenibilidad ambiental. Por ello propone soluciones científicas y políticas adecuadas para comprender y responder mejor a las amenazas zoonóticas, teniendo en cuenta que el 75% de las enfermedades infecciosas en los seres humanos provienen de los animales.

La pandemia ha puesto de manifiesto numerosas vulnerabilidades en las economías y ha acentuado las desigualdades existentes, al tiempo que ha evidenciado la necesidad de aumentar la resiliencia, la innovación y la cooperación.

Coincide esta posición con aquella de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Ipbes), encargada de evaluar el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para la conservación y uso sostenible de la diversidad bio-

lógica. El Ipbes parte de la premisa de que la diversidad biológica y la naturaleza sostienen la economía, proveen medios de subsistencia, aseguran alimentación y una mejor vida en las regiones. Pero este daño impone la necesidad de cambiar valores, enfoques y comportamientos y comprender mejor la conexión entre sociedad y naturaleza, lo que significa cambiar la manera de hacer negocios, el tipo y volumen de los consumos y el uso de tecnologías.

El informe Ipbes 2019 confirma que la acción humana es la causa de la alteración significativa de la naturaleza: tres cuartas partes del medio ambiente terrestre y alrededor del 66% del medio ambiente marino se han alterado considerablemente. Más de un tercio de la superficie terrestre y casi el 75% de los recursos de agua dulce ahora se dedican a la producción agrícola o ganadera. Alrededor de un millón de especies de animales y vegetales están en peligro de extinción, más que nunca en la historia de la humanidad.

Actualmente el informe Ipbes 2019 se encuentra realizando tres evaluaciones: a) Vínculos entre el agua, los alimentos, la salud y la biodiversidad; b) causas subyacentes de pérdida de biodiversidad y cambios transformativos; c) impacto y dependencia de la biodiversidad y los negocios.

En la Evaluación Nacional que se encuentra formulando llama la atención sobre el hecho de que las áreas de mayor conservación de los bosques en el país coinciden con territorios donde los pueblos indígenas, negros, raizales, campesinos y de otras comunidades locales desarrollan sistemas propios de gobierno y manejo, razón por la cual se debe reconocer y articular de forma más clara los conocimientos y sistemas de gobernanza comunitaria a la institucionalidad ambiental.

El informe menciona que las prácticas de uso, conservación y manejo de especies y ecosistemas, y los conocimientos de los pueblos mencionados arriba "deben ser entendidas dentro de sus cosmovisiones y prácticas, de manera que puedan complementar en forma apropiada las políticas públicas, los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, las prácticas de investigación, las iniciativas de cadenas de valor y las estrategias de conservación y manejo sostenible de la biodiversidad". (Instituto Alexander von Humboldt, s.f., p.14)

Y continúa: las invasiones biológicas impactan la salud humana y la de los sistemas productivos agrícolas. La invasión del territorio por parte de vectores virales ha permitido el ingreso y establecimiento de nuevos virus. El aumento en las poblaciones de invertebrados portadores de parásitos ha aumentado el riesgo de contagio por parte de los humanos o animales domésticos.

Por su parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), órgano internacional que estudia el nivel de los conocimientos científicos en torno al cambio climático, sus efectos y

futuros riesgos, ha propuesto como meta disminuir el calentamiento global a máximo 1.5 grados centígrados para 2050, dado que niveles superiores tendrían numerosos y graves efectos, entre ellos un aumento de la intensidad o la frecuencia de las sequías; el peligro de inundaciones será mayor; el nivel del mar seguirá aumentando, al igual que los impactos en la biodiversidad y en los ecosistemas, entre ellos la pérdida y la extinción de especies, los incendios forestales y la propagación de especies invasoras; las funciones y servicios que las especies prestan a los seres humanos disminuirán; se incrementarán los riesgos relacionados con el clima para la salud, y se afectarán los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria, el suministro de agua, la seguridad humana y el crecimiento económico; disminuirá el rendimiento del maíz, el arroz y el trigo, y posiblemente de otros cereales, y la calidad alimenticia del arroz y el trigo, que depende del CO₂. Será mayor la población mundial expuesta a un aumento del estrés hídrico. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático IPCC, 2019)

En 2017 y 2019 las Naciones Unidas proclamaron el período comprendido entre 2021 y 2030 como la década para impulsar las ciencias oceánicas y para la restauración de los ecosistemas respectivamente. En el primer caso, se trata de reforzar las fuentes de financiación de un programa de investigación e innovación tecnológica que llene los vacíos de información pues los datos señalan que si bien los océanos cubren más del 70% del planeta, apenas se ha explorado menos del 5%. En el segundo caso, se busca ampliar masivamente la restauración del medio ambiente degradado y destruido como medida para combatir el cambio climático y mejorar la seguridad alimentaria, el suministro de agua y la biodiversidad.

El Pacto de Leticia, suscrito por Colombia y que integra a los países que comparten el bioma amazónico, destaca la importancia de tomar medidas frente a la deforestación –el Amazonas concentra más de la mitad de bosques tropicales del planeta-- , de compartir información oportuna para evitar los riesgos al ecosistema, promover la reforestación, y producir investigación científica de manera coordinada en proyectos comunes que analicen los desarrollos productivos, la sostenibilidad y la preservación de las especies. El documento destaca que sin financiación no será posible cumplir los compromisos y proponen el diseño de instrumentos financieros de carácter multilateral para lograrlos.

Se discute actualmente el Marco Global de Biodiversidad post 2020 “Vivir en armonía con la naturaleza”, del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), una propuesta basada en escenarios de teoría del cambio que reconoce la necesidad de medidas urgentes de políticas a nivel mundial, regional y nacional para transformar los modelos económicos, sociales y financieros

de manera que las tendencias que han exacerbado la pérdida de diversidad biológica se establezcan hacia 2030 y permitan una recuperación de los ecosistemas naturales a 2050.

Urge la necesidad de que los gobiernos y la sociedad civil valoren la naturaleza para lograr vivir en armonía con ella, para lo cual se hace necesario no solamente generar conocimiento nuevo sino la articulación interinstitucional y de actores de la sociedad para que las metas puedan ser alcanzables. De lo contrario, el impacto será mínimo y la inversión económica atomizada.

Cabe anotar que los documentos de las entidades mencionadas arriba hablan de las tendencias ambientales globales y no necesariamente de la investigación ambiental de manera específica. No obstante, son un referente sobre las grandes problemáticas y propuestas en temas ambientales, que guían las necesidades en investigación.

2.3. Contexto nacional

Desde la mirada nacional, este Penia tiene en cuenta el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad (PND), las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios (2019), las experiencias y los programas de los institutos de investigación y de las demás entidades del SINA.

2.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad

El PND incluye dos pactos transversales que inciden en la investigación científica del tema ambiental: el de la ‘Sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo’ y el de ‘Ciencia, Tecnología e Innovación: un sistema para construir el conocimiento de la Colombia del futuro’. El primero propone acciones que permitan el equilibrio entre la conservación del capital natural, su uso responsable y la producción nacional, y el segundo busca que la sociedad y la economía del futuro se fundamenten en el conocimiento. (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2019)

Los dos pactos hacen mención a la bioeconomía, definida como “la economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación”.

El pacto por la sostenibilidad destaca las acciones para mitigar el cambio climático por parte de todos los sectores involucrados, haciendo énfasis en la producción agropecuaria y pesquera sostenibles, al igual que el transporte y la infraestructura para un desarrollo territorial sostenible, el impulso a las energías renovables no convencionales y a la eficiencia energética, y la reconversión tecnológica para una industria sostenible y baja en carbono.

Así mismo, promueve la mejora de la calidad del aire, del agua y del suelo para proteger la salud humana y del planeta, el desarrollo de incentivos para la conservación, el fortalecimiento de negocios verdes y sostenibles, así como el impulso a la economía forestal, el turismo sostenible y una adecuada gestión de sustancias químicas y residuos peligrosos. También, concede importancia al fomento de la economía circular, como base para reducir, reutilizar y reciclar residuos en procesos productivos.

Destaca las acciones en el tema de gestión del riesgo, para generar un mayor conocimiento del territorio de tal manera que sus gobernantes puedan diseñar planes de gobierno y desarrollo territorial con criterios de adaptación y reducción del riesgo de desastres, y promover sectores resilientes y adaptados a aquellos asociados con el cambio climático.

En este contexto, los temas relacionados con el equilibrio entre la conservación y uso de la biodiversidad y sus derivados, el turismo científico y de naturaleza, la bioeconomía, la economía circular, los conflictos socioambientales y las nuevas estrategias de relacionamiento con el entorno urbano-rural tales como las Biodiversidades, se configuran, de manera imprescindible, en el marco de referencia para desarrollar investigación ambiental en el país, por lo menos en un horizonte corto de cuatro años.

El PND promueve las alianzas interinstitucionales, entre las cuales, para el efecto del presente documento, se destaca aquella que insta al trabajo conjunto entre el hoy Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias, antes Colciencias) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). Esta articulación es fundamental y coincide con lo estipulado en el Decreto 2370 de 2009 que establece garantizar “la coordinación interinstitucional e interdisciplinaria, participación social y diálogo de saberes. La planificación que se desarrolle tendrá en cuenta el entorno internacional, nacional, regional, social, institucional y cultural, con el fin de cumplir con el carácter de integralidad y visión holística de la investigación ambiental. De igual forma, se articulará con las políticas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y los demás planes y programas nacionales de investigación”.

Entre las tareas que menciona el PND para el desarrollo de la investigación ambiental están, entre otras, las siguientes:

- Continuar produciendo el programa Colombia Bio entre Minciencias y los institutos de

investigación del Sistema Nacional Ambiental (SINA)² basado en expediciones continentales y marinas con fines de bioprospección, para generar conocimiento de la biodiversidad del país y la comprensión de sus posibles usos y aplicaciones, lo que se constituirá en la construcción de la bioeconomía nacional.

- Crear la Comisión Interinstitucional de Bioeconomía, que formule y oriente la implementación de una estrategia nacional para el desarrollo de proyectos de bioprospección y biotecnología, con un componente de regionalización.
- Construir un portafolio nacional de bioproductos que permita el escalamiento comercial y la identificación de oportunidades de inversión con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Minambiente y Minciencias.
- Implementar programas regionales y sectoriales de investigación y desarrollo de capacidades, con los que se pueda generar y ajustar la información necesaria para monitorear y reportar el estado, tendencias y escenarios de la base natural de Colombia. Se tendrán como criterios de estructuración de dichos programas los compromisos ambientales internacionales del país, las necesidades de las corporaciones autónomas regionales (CAR) y de otros sectores.
- Fortalecer la capacidad financiera, técnica, tecnológica y administrativa de los institutos de investigación ambiental, articulados en el SINA para la consecución de información actualizada, confiable e interoperable para la toma de decisiones, la educación y la promoción de la cultura hacia la sostenibilidad, tarea que le asigna al Minambiente.

Los retos planteados por el PND incluyen objetivos de información de los resultados de la investigación ambiental, entre los que se destacan:

- Impulso y fortalecimiento de la Red Colombiana de Información Científica (RCIC), de acceso abierto, la cual integrará repositorios digitales de los actores de ciencia, tecnología e innovación de todo el país, con el objetivo de potenciar la visibilidad, circulación, gestión y apropiación social de la información científica.

² Se refiere a los cinco institutos de investigación del Minambiente creados por la Ley 99 de 1993: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” (IAvH), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis” (Invemar) y el Instituto Amazónico de Investigaciones “Sinchi”.

- Información sobre la gestión y estado de los recursos naturales, los avances en la política de crecimiento verde, la gestión de riesgo de desastres y el cambio climático.
- Información pertinente y accesible que permita identificar intervenciones estratégicas para prevenir y reducir el riesgo de desastres y lograr la adaptación al cambio climático, que aporte a la construcción de un país resiliente, minimice los impactos de los desastres y mejore las condiciones de seguridad para el territorio, la población y sus medios de vida.
- Inventarios de elementos expuestos y vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos.
- Estrategia y mecanismo institucional para el modelamiento de escenarios de riesgo, Sistema de Información de Cambio Climático, a partir de la integración de plataformas de información existentes, para poner a disposición indicadores y metas, con el fin de hacer seguimiento y detonar alertas en los compromisos en adaptación y sus medios de implementación, así como para monitorear y evaluar los avances nacionales, en el cumplimiento de la meta de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- Integración de la información sectorial para la generación del inventario de emisiones de GEI, en el marco del Sistema de Información de Cambio Climático y del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (Singei).
- Información accesible y oportuna para todos los sectores productivos y la población, a la vez que se promueve la transformación social a partir de la educación y la cultura ambiental, el diálogo y el manejo de los conflictos socioambientales y la apropiación del territorio.
- Información sobre la huella hídrica para la definición de un ranking de usuarios y el desarrollo de acciones estratégicas focalizadas para su inclusión en los empaques de productos.
- Sistema de información relacionado con pasivos ambientales.
- Información estadística sobre bioeconomía.
- Minambiente, con el apoyo de los institutos de investigación del SINA, la academia y las autoridades ambientales, generará nuevos registros de especímenes en el Global Biodiversity Information Facility (GBIF), a través del Sistema de Información de la Biodiversidad de Colombia (SIB), así como de códigos de barra de ADN de los especímenes recolectados dentro de la plataforma internacional BoldSystems, a través de iBOL Colombia.

versity Information Facility (GBIF), a través del Sistema de Información de la Biodiversidad de Colombia (SIB), así como de códigos de barra de ADN de los especímenes recolectados dentro de la plataforma internacional BoldSystems, a través de iBOL Colombia.

- Programa para mejorar la cobertura y disponibilidad de información de emisiones y calidad del aire.
- Lineamientos para el uso, análisis, interpretación y gestión de información técnica, asociada a fenómenos de origen natural, socio-natural y tecnológico.

El PND es extenso; una mirada más minuciosa incluiría el Pacto VIII, que corresponde a Servicios públicos, el Pacto IX, que se refiere a Minería, y el Pacto XVI, correspondiente a Descentralización, el cual des-agrega Pactos por cada una de las ocho regiones.

2.3.2. Misión Internacional de Sabios

A comienzos de 2019 la Misión Internacional de Sabios –convocada por la Presidencia de la República– empezó a trabajar en “una hoja de ruta que permita la formulación, coordinación y ejecución de una política de Estado para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CT&I) que, a partir del conocimiento, promuevan la productividad y competitividad del aparato productivo colombiano y el desarrollo de nuestra sociedad”.

A finales del año, los 46 comisionados entregaron el documento ‘Colombia hacia una sociedad del conocimiento’ en el que, definieron tres grandes retos:

El primero, Colombia Biodiversa, el cual propone identificar, conocer, documentar y aprovechar la diversidad cultural y natural del país para impulsar la bioeconomía³ y economía creativa, y generar conciencia en los colombianos del valor de su patrimonio para protegerlo y preservarlo. Con ello el país dejará de depender de la explotación de recursos no renovables y productos agrícolas primarios para dar un giro hacia una economía basada en el conocimiento, la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad con gran valor agregado y con la generación de nuevos productos.

El segundo reto, Colombia productiva y sostenible, busca modificar la estructura productiva del país hacia industrias y servicios con contenido tecnológico alto, crear empresas de economía circular con máximo aprovechamiento de residuos y con sostenibilidad ambiental, a través de la diversificación tecnológica, el aumento de la productividad, aprovechamiento de

³ Definen la bioeconomía así: la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible.

las tecnologías convergentes e industrias 4.0 y el suministro de productos y servicios sofisticados y con proyección exportadora.

El tercer gran reto es el de Colombia equitativa que busca una distribución equitativa de los frutos del esfuerzo nacional, garantizando el acceso a educación, salud, servicios básicos y empleo digno.

Los comisionados reconocen que los activos biológicos del país son su mayor potencial, y consideran cruciales “los temas de medio ambiente, diversidad cultural y desarrollo sostenible”⁴.

Los cinco institutos del SINA, algunos de ellos mencionados en el documento, son los llamados a responder por algunos de los retos y propuestas que plantea la Misión de Sabios, en tanto el ejercicio realizado por los comisionados incluye el tema ambiental como un componente neurálgico que requiere investigación científica interdisciplinaria.

Para lograrlo, el documento reflexiona sobre el papel que han jugado los institutos y centros de investigación nacionales en diferentes áreas. En este sentido, considera crucial asegurar su supervivencia en el tiempo y hace un llamado a fortalecer tanto grupos como centros de investigación, basados en la premisa de que la consolidación de la ciencia, la tecnología y la innovación se produce en “organizaciones que incluyen el sector educativo y en el mejor de los casos el empresarial”. La Misión de Sabios sugiere que deben tener su propia infraestructura física, un grupo de investigadores de las más altas cualidades científicas, una inversión alta y continua que garantice su funcionamiento. Así mismo, propone que deben integrarse para la ejecución de proyectos y el uso común de instalaciones y equipos.

En cuanto a la inversión en CTI destaca los temas de Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente, con énfasis en el apoyo a los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental (SINA), los grupos de investigación en las universidades, los centros de investigación públicos y privados nacionales y regionales, así como los jardines botánicos y las colecciones biológicas.

Los comisionados reconocen el papel desempeñado por los institutos de investigación del SINA, lo que se demuestra en la referencia a documentos que estos han producido. Además, destacan su papel en sus respectivas áreas de estudio y, con base en ese reconocimiento, sugieren algunas tareas y el desarrollo de herramientas que son de su competencia.

Específicamente le asignan al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” (IAvH) el mantenimiento de un registro de

especies amenazadas y el establecimiento de un programa de investigación para apoyar su manejo y recuperación. “Para el 2030, el 100 % del conocimiento de los registros biológicos actuales estará digitalizado y el número de accesiones se incrementará en 50 %”. (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.323)

Así mismo, sugieren que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) publique periódicamente un mapa de los ecosistemas de Colombia, para evaluar los cambios y el impacto de políticas para su manejo sostenible.

Al Ideam, entre otras instituciones del orden nacional, lo consideran un actor fundamental en la generación de un consorcio que renueve y fortalezca “el Sistema Nacional de Observación y Monitoreo Ambiental de ríos, lagunas, lagos, humedales y mares, teniendo presente la importancia de la interacción océano-atmósfera, continente-atmósfera, herramienta fundamental para entender, predecir y modelar escenarios nacionales de cambio climático” (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.289). El Invemar será un aliado estratégico en este proyecto.

Cuando proponen fortalecer la pesca y acuicultura responsables, sugieren que para el 2023 diferentes entidades, entre ellas el Instituto Amazónico de Investigaciones (Sinchi), estén lo suficientemente fortalecidas institucionalmente para apoyar esta meta.

Sin mencionar directamente al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis” (Invemar), pero con base en su largo recorrido, proponen que para 2025, Colombia tendrá “el mapa completo de las zonas intangibles para la investigación del mar profundo... (con el cual) la sociedad civil podrá aplicar a fondos internacionales de exploración sin entrar en conflicto con estas regiones sensibles”. (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.323)

Para promover la bioprospección, apoyan la apertura de convocatorias de innovación abierta para diferentes sectores como el de salud y farmacéutico, el de alimentos y nutrición, el agrícola, el de beneficio ambiental y el industrial. Como resultado, y en concordancia con el PND:

- se dispondrá de un portafolio o banco de bioproductos que sirvan de insumos para continuar con la segunda etapa de la bioprospección de especies (escalamiento de los métodos de obtención, patentamiento o procesos similares de propiedad intelectual, comercialización y ventas) financiados por el sector in-

⁴Definen el desarrollo sostenible así: se basa en el conocimiento, la conservación y el uso de los recursos culturales y naturales de una nación, lo cual solo es posible cuando se considera a la investigación como un factor que desempeña un papel fundamental.

teresado. (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.323)

Como meta al 2030:

- “la bioeconomía representará el 10 % del Producto Interno Bruto (PIB) y la economía creativa representará el 8 %, duplicando el valor de sus exportaciones y creando 100.000 nuevos empleos a través de una fuerte asociación público-privada que permitirá que Colombia conozca y valore la extensión de su megadiversidad natural y cultural, la conserve, la proteja y entienda su importancia, para así transformar las actividades económicas relacionadas con los sectores agroalimentario, cosmético, químico, textil, farmacéutico, cultural, forestal, artístico, energético y de salud, entre otros. La sociedad colombiana se verá beneficiada en sistemas productivos eficientes y sostenibles, en bienes y servicios con valor agregado y posibilidades de generación de empleos en áreas como turismo cultural y científico, gastronomía, artesanía, diseño, industrias culturales, producción de antifúngicos, antivirales, medicamentos anticancerígenos, agroquímicos, analgésicos, pesticidas, productos industriales, productos textiles, productos cosméticos y productos para el beneficio medioambiental”. (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.321)

Para lograrlo, recomiendan “facilitar la importación de reactivos, maquinaria, equipos e insumos para la investigación” (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.144), así como facilitar los trámites de acceso a recursos genéticos con fines de investigación científica, tanto básica como comercial.

El desarrollo de la innovación transformativa, otro de los pilares de la propuesta de la Misión de Sabios, “permite la articulación del conocimiento generado desde la academia, con las experiencias exitosas y los saberes locales en respuesta a los desafíos del desarrollo regional, y por ende del desarrollo sostenible del país” (Vicepresidencia de la República de Colombia; Minciencias, 2020, p.245). Este enfoque engloba por tanto el medio ambiente y las soluciones basadas en la naturaleza, cuya principal herramienta es la biotecnología⁵.

2.3.3. Otros instrumentos nacionales de política ambiental

En armonía con el PND y las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios, el Minambiente lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) que busca fortalecer el modelo de desarrollo económico, ambiental y social del país, en el marco de la premisa “producir conservando y conservar produciendo”. Tiene como objetivo “promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica, colaboración en nuevos modelos de negocio.”

La economía circular, de acuerdo con la Estrategia, se define como aquellos “sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible”. (Ellen MacArthur Foundation, 2014 en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2019, p.20)

Por ello esta estrategia, que responde a los ODS 8, 9,11,12 y 13, prioriza la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas. La ENEC “es uno de los vehículos centrales para cumplir con las metas del Crecimiento Verde de aumentar la tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos a nivel nacional hasta el 17,9%, y de reducir los gases efecto invernadero en un 20% en el año 2030, en el marco del Acuerdo de París”. (DNP, 2018 en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2019, p.8)

La Política de Crecimiento Verde antes mencionada, que recoge el documento Conpes 3934 de 2018, reconoce la importancia de afianzar el compromiso de las actividades productivas con la sostenibilidad con el fin de mejorar la eficiencia en el uso del agua, del suelo, de las materias primas y de la energía, reducir los impactos ambientales y avanzar hacia la mitigación del cambio climático. Propone el desarrollo de instrumentos para promover nuevas oportunidades económicas basadas en la riqueza del capital natural, que aumenten la competitividad y el crecimiento eco-

⁵Es la herramienta fundamental para descubrir, conocer y desarrollar una extraordinaria gama de procesos, bioproductos e innovaciones, también para potenciar la productividad y la eficiencia de la agricultura, la bioenergía, garantizar la seguridad nutricional de los colombianos y resolver problemas ambientales, en salud e industriales.

nómico a nivel local y nacional. Se fundamenta en la interrelación entre el capital natural, la producción económica y la población.

Esta política encarga al Ideam diferentes responsabilidades, entre ellas la de integrar los sistemas de información forestal del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Minambiente, desarrollar estrategias dirigidas a las CAR basadas en el uso de instrumentos de información para mejorar la gestión del recurso hídrico, compilar el Inventario Nacional Forestal para Colombia, fortalecer los servicios climáticos en los sectores de energía y agropecuario y promover el uso de sensores remotos e información satelital para la actividad minera.

A los restantes cuatro institutos de investigación del SINA les encarga las siguientes tareas:

1. Realizar expediciones de biodiversidad para su caracterización y valoración (incluyendo posibles investigaciones en bioprospección), en zonas continentales y marinas.
2. Sistematizar la información de especímenes biológicos y todos sus derivados depositados en las colecciones biológicas, implementando buenas prácticas de almacenamiento y manejo de los mismos.

La Política de Crecimiento Verde constituye uno de los aspectos que el Informe Nacional de Competitividad ha identificado como estratégico. Este informe, presentado por el Consejo Privado de Competitividad que representa la voz del sector privado del país, llama la atención sobre áreas que considera críticas para Colombia.

El análisis realizado en el último año (2019-2020) recomienda implementar la Política de Crecimiento Verde, reformar y fortalecer las CAR, establecer mecanismos para que las empresas transiten hacia un desarrollo sostenible bajo en carbono y fortalecer la preparación ante desastres de los municipios del país.

En la actualidad los temas estratégicos que ha priorizado el Minambiente incluyen la creación del Consejo Nacional de Lucha contra la Deforestación, la formulación de las estrategias nacionales de restauración y la de biodiversidades, los centros regionales de diálogo ambiental y el enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, entre otros.

Aunque al momento de formular este Penia aún Colombia no ha tomado una decisión definitiva frente al Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe, más conocido como el Acuerdo de Escazú, la importancia de la participación de toda la ciudadanía en las decisiones relacionadas con el medio ambiente es una

tendencia en la que están comprometidos los institutos de investigación. Este acuerdo regional es un instrumento jurídico cuyo objetivo es garantizar:

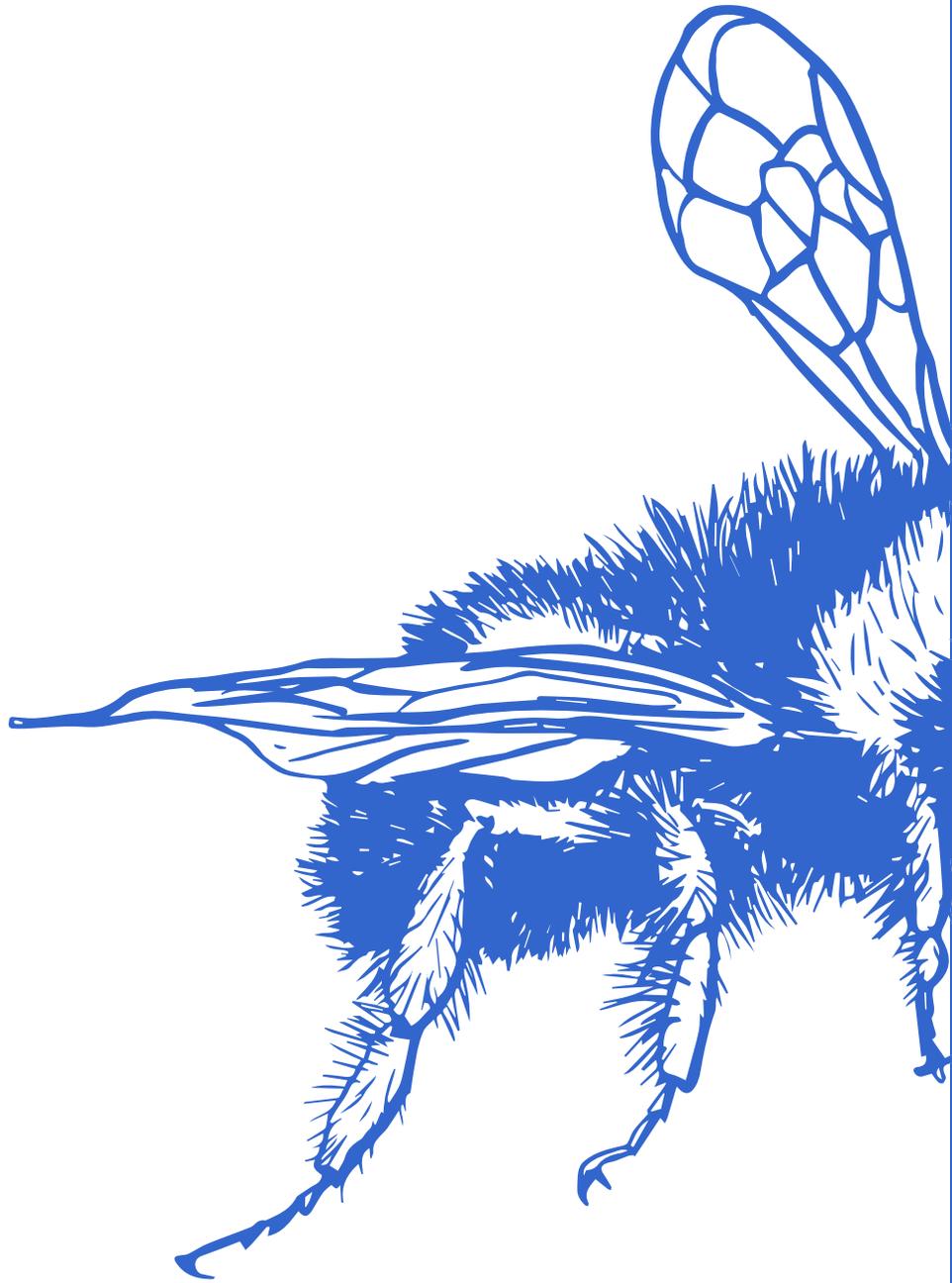
- “los derechos de acceso a la información ambiental, participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible”. (CEPAL, 2018, p.14)

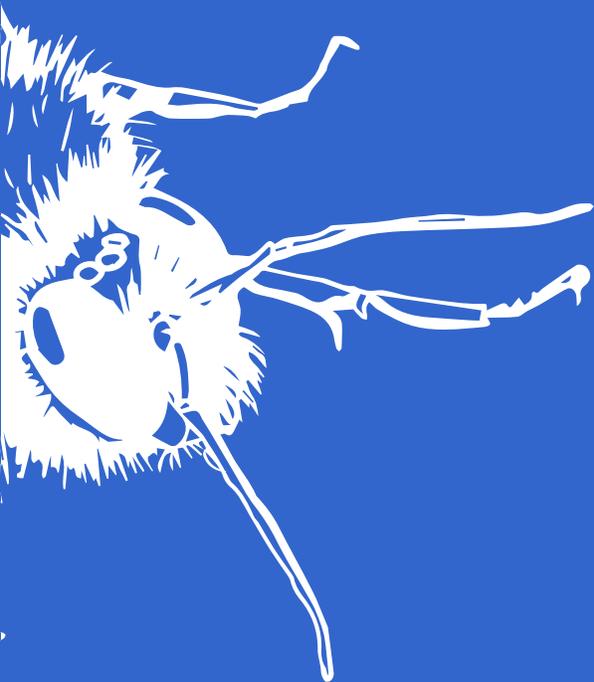
Dirigido a los grupos y comunidades más vulnerables, en su implementación se destaca la necesidad de promover una gobernanza ambiental más democrática y participativa, en la que todos los actores no solamente tengan acceso a la información, sino sean ellos mismos emisores del conocimiento generado a partir de la investigación científica y de la herencia cultural, local y ancestral.

El nuevo Penia surge en un momento histórico en el que existen claras evidencias de la crisis ambiental que ha generado grandes desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, la pérdida de biodiversidad, el surgimiento de enfermedades infecciosas y parasitarias, la sustitución de combustibles fósiles productores de gases de efecto invernadero y la educación para preparar a las nuevas generaciones para la búsqueda de soluciones a estos desafíos globales. Como se trata de desarrollar investigación para enfrentar estos grandes desafíos, es necesario involucrar de manera efectiva a otros actores como el Minciencias, Mineducación, Minsalud, universidades, sectores empresariales y otros.

Para el Minambiente es, aunque suene a paradoja, una afortunada circunstancia que la formulación de este segundo Penia se realice justamente en el año en el que el planeta entero vive las consecuencias de la pandemia generada por el coronavirus SARS-CoV2, en tanto ha permitido una mayor conciencia sobre la urgente reducción de las tasas de emisión de gases de efecto invernadero, los cambios en los hábitos de consumo, por mencionar solo dos de los mayores factores de degradación del medio ambiente.

Este Penia es formulado por el Minambiente, en coordinación con los institutos de investigación del SINA y se articula con los instrumentos de planificación ambiental previstos para las autoridades ambientales, así como con las políticas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y demás planes y programas nacionales de investigación; acorde con la normativa vigente (ver Anexo 2).





3. Diagnóstico de la investigación ambiental

Este capítulo presenta un análisis de la situación de la investigación ambiental en Colombia y el camino recorrido en los últimos diez años. Analiza las expectativas y las necesidades de investigación para promover el desarrollo sostenible con base en la evaluación del Penia 2008, los Picia adoptados por los institutos de investigación del Minambiente en 2019, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sncti), los informes de las CAR y las AAU, entre otros.

3.1. Análisis del Penia 2008-2018

El diagnóstico de la investigación ambiental realizada durante la década pasada debe empezar por el análisis del documento que dio origen a la iniciativa para producir un plan que, de manera estratégica, orientara las necesidades de investigación ambiental en el país.

Conforme al Decreto 2370 de 2009 y al documento respectivo, para el ejercicio investigativo de los cinco institutos adscritos y vinculados al Minambiente en el periodo 2008 -2018 se definieron dos ejes: temático e instrumental, un total de seis programas estratégicos temáticos, con 31 líneas de investigación; y tres programas instrumentales con 16 líneas de investigación, para un total de 47 líneas de investigación. Una conclusión general es que el Plan cubre un amplio espectro, pero omitió casi en su totalidad los temas ambientales urbanos. El análisis de cada uno de los programas se puede consultar en el Anexo 3.

3.2. Análisis de los Picia 2019-2022

En el tema ambiental el país cuenta con una comunidad científica experimentada y reconocida a nivel nacional e internacional, que ha demostrado su solvencia y capacidad de trabajo, dentro de la cual es indudable la fortaleza de los institutos de investigación del SINA, que se resume así:

- **Ideam:** reconocida fuente en climatología, hidrología e información ambiental
- **Humboldt:** líder en biodiversidad
- **Invemar:** autoridad científica en ambiente marino y costero
- **Sinchi:** renombrado centro de estudios amazónicos
- **IIAP:** adalid de investigaciones en el Chocó Biogeográfico

Este análisis tuvo por objeto determinar las coincidencias de los Picia adoptados por los institutos de investigación del SINA con el Penia 2008⁶, además

de conocer su cobertura temática. Para esta finalidad, el trabajo consistió en compilar las 106 líneas identificadas en los recientes Picia (2019 - 2022)⁷ en cuatro agendas temáticas, --verde, gris, azul y amarilla o transversal-- cuyo alcance y resultados se sintetizan a continuación.

La **Agenda verde** se refiere a temas relacionados con la investigación, preservación y manejo de la biodiversidad en sus tres modalidades (ecosistemas, especies y genes) y el estado general del medio ambiente.

De 20 líneas de investigación establecidas, entre los institutos hay coincidencias interesantes en ocho de ellas, a saber: ecosistemas estratégicos, especies biológicas, conectividad ecológica, bosques, biodiversidad, fauna silvestre, recursos hidrobiológicos y especies amenazadas. Sin embargo, es de apreciar que hay redundancia en las denominaciones y falta de unidad de criterios al formular las líneas de investigación.

La **Agenda gris** se refiere al aprovechamiento de los recursos (incluido energía y turismo), calidad ambiental (residuos sólidos, aguas residuales, contaminación, etc.), restauración y temas urbanos.

Es la agenda más copiosa y dispersa en los Picia. Sin embargo, hay menos coincidencias. De las 44 líneas de investigación, sólo hay coincidencia en cuatro, a saber: ordenamiento ambiental, uso sostenible del territorio, emprendimientos de bioeconomía y restauración ambiental natural. Al igual que en la agenda anterior, en muchos casos los objetivos de las líneas pueden ser similares pero la denominación muy diferente y, en consecuencia, se daría la sensación de dispersión. De nuevo, esto lleva a pensar en la necesidad de adoptar un glosario o tesoro que permita utilizar terminología común para poder comparar, en forma más ajustada, entre las líneas y los programas. El elevado número de líneas no es lo más conveniente.

La **Agenda azul** se refiere a los temas hídricos en sus diferentes modalidades (manejo de cuencas, estudios de situación, caudales) y cambio climático (GEI, amenazas, mitigación, adaptación). Es explicable el gran número de líneas en esta agenda (24) por la presencia del cambio climático. Sin embargo, hay un amplio predominio de la labor del Ideam y una presencia menor de los demás institutos, salvo el Sinchi. Pero lo más significativo es que no hay coincidencias en las líneas de investigación.

La **Agenda amarilla o transversal**, se refiere a gestión, educación, salud y cultura ambientales,

⁶ Importa precisar que, para el período 2018 -2022, el Penia se encontraba vencido. Sin embargo, este análisis sirve como ilustración.

⁷ Para este trabajo, en el caso del Instituto Humboldt, la relación de las líneas de investigación fue elaborada con base en la descripción general de los grupos temáticos, y no en el detalle propio de los mismos; las líneas son descritas en forma muy general y existen algunas que son de gestión y no de investigación.

participación ciudadana (tomando en cuenta cosmovisiones, valores y sistemas de conocimientos de pueblos y comunidades indígenas, afrodescendientes, palenqueros, raizales, rom y campesinos) e investigación informática.

De 18 líneas de investigación, solo hay coincidencia en una (Modos de vida indígena). Es probable que esta dispersión obedezca, en parte, a problemas de denominación, toda vez que existe conciencia sobre la importancia de tomar en cuenta tanto los conocimientos como las costumbres ancestrales en la preservación y uso de los ecosistemas y las experiencias de las comunidades campesinas.

En síntesis, se pueden presentar las siguientes conclusiones sobre los Picia vigentes de los institutos:

- Salvo la referencia al ordenamiento territorial y al tema anotado por el Ideam, el fenómeno urbano no recibe la atención que debería merecer.
- La amplitud de las líneas es muy diferente en los institutos; por ejemplo, la correspondiente a biodiversidad es más amplia o especializada en el Humboldt que en los otros cuatro. Así mismo hay dispersión entre las líneas, son excesivas y poco comparables.

Es de anotar que, además de los cinco institutos objeto del primer Penia, en esta segunda versión se tienen en cuenta las otras entidades del SINA que investigan o contratan investigaciones ambientales y producen conocimiento nuevo; entre ellas, las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (CAR), las autoridades ambientales urbanas (AAU), la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y Parques Naturales Nacionales de Colombia (PNN), cuyos aportes se aprecian en el numeral siguiente. Se deben incluir también las universidades que lideran investigaciones en materia ambiental y un grupo importante de centros de estudios especializados, al igual que varias organizaciones no gubernamentales (ONG) con experiencia en investigación.

Así lo confirma el documento⁸ producido por la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Accefyn) a petición del Minambiente para evaluar los Picia de los institutos cuando dicen: “El desarrollo de las acciones de investigación de los institutos, reflejada en la capacidad técnica de su personal, en los avances de la plataforma tecnológica y en la capacidad instalada ha demostrado un grado de madurez para cumplir con sus objetivos misionales”. Sin embargo, continúa, la realidad actual del país alrededor de los motores de cambio

sobre la oferta ecosistémica urge reorientar algunas líneas y programas de investigación del Penia, que respondan a los nuevos retos de la gestión ambiental.

La Accefyn invita a involucrar nuevas disciplinas en la investigación ambiental, como las ciencias sociales, las económicas y la tecnología, que deberán acompañarse de nuevos esquemas de cooperación con otros actores como universidades y centros de investigación, así como insiste en una mayor articulación del trabajo entre los propios institutos: “Un aspecto fundamental es mejorar y construir procesos sólidos de trabajo interinstitucional que hacen parte de la estrategia instrumental del Penia, pero que hasta ahora tienen resultados relativamente pobres”. A esa construcción de agendas comunes entre los institutos deberán sumarse el Minambiente, otros ministerios, Parques Nacionales, las CAR, gobernaciones y alcaldías, así como el sector productivo. “Si no se logra una alineación entre todos, los esfuerzos seguirán siendo aislados y con bajo impacto”, concluyen.

El mayor reto, a juicio de los académicos, es la baja gobernanza en el territorio nacional, “en especial en el manejo de los recursos naturales, lo que conlleva a una fuerte amenaza para la implementación de las acciones de los Picia” (ver Anexo 4).

3.3. Contribución de otras entidades del SINA a la investigación ambiental

3.3.1. Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR)

La revisión de 30 Planes de Acción Institucional (PAI) de las CAR⁹ correspondientes al cuatrienio 2016-2019, permite obtener una visión de las tendencias y acciones regionales en investigación, que realizan con base en las características ambientales, problemáticas y necesidades propias de cada una de sus jurisdicciones, información útil y complementaria para el diagnóstico del nuevo Penia.

En general, los planes de acción se formulan tomando en cuenta las problemáticas regionales y están en línea con los planteamientos y propuestas del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, y algunos también con el Penia 2008 y los Picia, razón de más para incluir sus planes ambientales y así potenciar la investigación ambiental en conjunto con otras entidades presentes en las regiones.

A nivel de investigación ambiental, todas se rigen por la línea estratégica de “Fortalecimiento institucional y gobernanza, para optimizar el desempeño del

⁸ Documento con el análisis de los Picia actuales de los Institutos de Investigación Ambiental del SINA. Grupo de expertos Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Julio de 2020. (Anexo 4)

⁹ De acuerdo con el numeral 17 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, las CAR tienen funciones de investigación.

SINA, la educación e investigación y la generación de información del conocimiento". Así mismo, mencionan los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Plan Estratégico Sectorial 2014-2018 y Planes de Desarrollo Departamental y Municipal. En cuanto a tendencias internacionales, la mayoría realizan acciones para el cumplimiento de los ODS.

La mayoría de las CAR indican que desarrollan proyectos de investigación propia en temas ambientales, y promueven procesos de articulación interinstitucional con entidades como los institutos de investigación del SINA, universidades, otros centros de investigación, ONGs y sector privado. Mediante diferentes estrategias potencian los recursos destinados a la investigación, que permita generar conocimientos científicos para apoyar a las entidades locales y departamentales, y mejorar la gestión de conservación ambiental y el desarrollo de la región.

Algunas CAR promueven la aplicación de buenas prácticas y el aprovechamiento del recurso natural para el desarrollo económico sostenible y la generación de empleo, a través del fomento del emprendimiento para la creación de negocios verdes, como el ecoturismo y la eco-innovación. También apoyan los centros de investigación regionales para la investigación, conocimiento y transferencia de tecnología. Las corporaciones incluyen además los conocimientos ancestrales en la gestión ambiental y el desarrollo regional. Destacan la importancia de este conocimiento frente a los recursos naturales en zonas indígenas y afro, y brindan apoyo a las diferentes etnias para la elaboración de medicinas tradicionales y otros productos.

Se identifican procesos de participación ciudadana para la generación de conocimiento y apropiación pública de la ciencia, mediante la producción de artículos para su divulgación. La formulación de los Planes de Acción Institucional contempla la participación de los diferentes actores y la ciudadanía en mesas de trabajo municipales, departamentales y subregionales para la identificación de necesidades y temas claves. Se observa el fortalecimiento institucional, una mayor gobernanza ambiental y el ordenamiento territorial, así como la promoción de la educación ambiental, pues se busca fomentar el acercamiento de las personas a la naturaleza.

3.3.2. Autoridades Ambientales Urbanas (AAU)

La Ley 99 de 1993 promueve la creación de entidades ambientales urbanas –siempre y cuando su población urbana sea igual o superior a un millón de habitantes– con funciones similares a las de las CAR. Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín y Santa Marta empiezan a crear sus Autoridades Ambientales Urbanas (AAU), responsables

de temas como el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y de residuos tóxicos y peligrosos, posibilidad de dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y adelantar proyectos de saneamiento y descontaminación, entre otros.

Se revisaron diferentes documentos como son el Plan de Desarrollo 2016 - 2019 del municipio de Santiago de Cali, el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano para la zona urbana del Valle de Aburrá 2008 - 2020, el Plan de Inversión de los Proyectos enmarcados en el Plan de Gestión Ambiental Distrital vigencia 2019 Barranquilla, el Plan de Acción Cuatrienal Ambiental del Distrito Capital (PACA), la Secretaría de Ambiente de Bogotá D.C. 2016, el Plan de Acción 2019 EPA Buenaventura, y los lineamientos para el Plan de Silvicultura Urbana para Cartagena, 2016. Si bien se trata de planes diferentes, incluyen temas relevantes a nivel ambiental que dan una idea de los intereses y prioridades en las diferentes ciudades para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Entre sus líneas estratégicas se identifica principalmente el cambio climático y las acciones para la mitigación y la adaptación. Otro tema relevante es el agua, y se destaca la gestión en caños, ciénagas y microcuencas urbanas, así como la aplicación de buenas prácticas y la sensibilización de la comunidad para un manejo adecuado de este recurso en las ciudades. También se prioriza la biodiversidad en zonas urbanas con acciones para el fortalecimiento de la silvicultura urbana, manejo integral de parques y zonas verdes recuperadas, aumento de la ecología urbana, así la gestión para la atención y evaluación de la fauna silvestre y de la diversidad de los bosques en especies y estados de edad. El aire es otro factor ambiental relevante en las zonas urbanas y se trabaja en inventarios de gases invernadero, sistemas de vigilancia de la calidad del aire, programas de reducción de la contaminación mediante monitoreo y control de emisiones generadas por instalaciones de incineración de residuos peligrosos y fuentes fijas de emisiones atmosféricas. El manejo de residuos y desechos peligrosos y el fortalecimiento del sistema epidemiológico ambiental ayuda a promover la salud y prevención, vigilancia y control de la morbimortalidad y discapacidad asociadas a enfermedades transmisibles y no transmisibles, así como los servicios de salud pública para animales de compañía y prevención de zoonosis.

En torno a la investigación ambiental, en algunas ciudades se promueven procesos que permitan identificar desafíos en la relación entre la naturaleza y las personas. Se realiza investigación para conservar, proteger y disminuir el tráfico ilegal de la flora y de la fauna silvestres, conocer las interacciones bióticas y abióticas en la cobertura vegetal urbana y en espa-

cios verdes, así como investigación en ecosistemas alto-andinos. Se avanza también en la investigación para la innovación industrial y la producción limpia, que permita la reducción de emisiones de carbono, como también la eficiencia energética. Se enfatizan acciones ambientales en el transporte público por ser un factor contaminante importante en las ciudades.

Como parte de la gestión se promueven acciones de manera articulada con el sector privado para el desarrollo económico a partir de la generación de negocios verdes y la seguridad alimentaria, mediante la agricultura urbana y especies de árboles frutales. Las AAU priorizan la promoción de la educación y la cultura ambiental para avanzar en la concientización para el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales, así como para informar, consultar, capacitar y vincular a la comunidad en la gestión ambiental y, en especial, promover la participación de los niños en los procesos ambientales.

3.3.3. Otras autoridades ambientales

Por medio de sus profesionales o mediante convenios con terceros, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) adelanta eventualmente investigaciones de carácter ambiental para la evaluación y seguimiento de las licencias, permisos y trámites para la ejecución de proyectos, obras o actividades que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, puedan producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje. Del mismo modo, UAESPNN de Colombia, en cumplimiento de su función de administrar y manejar las áreas a su cargo y coordinar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) de Colombia, también realiza, con sus profesionales o mediante convenios con terceros, investigaciones cuya finalidad es conservar la diversidad biológica y cultural del país, contribuir al desarrollo y a un medio ambiente sano.

Estas circunstancias indican que es de mucho interés la vinculación de estas dos entidades a los programas y líneas de investigación del Penia, bien sea en forma directa o a través de instrumentos de cooperación interinstitucional.

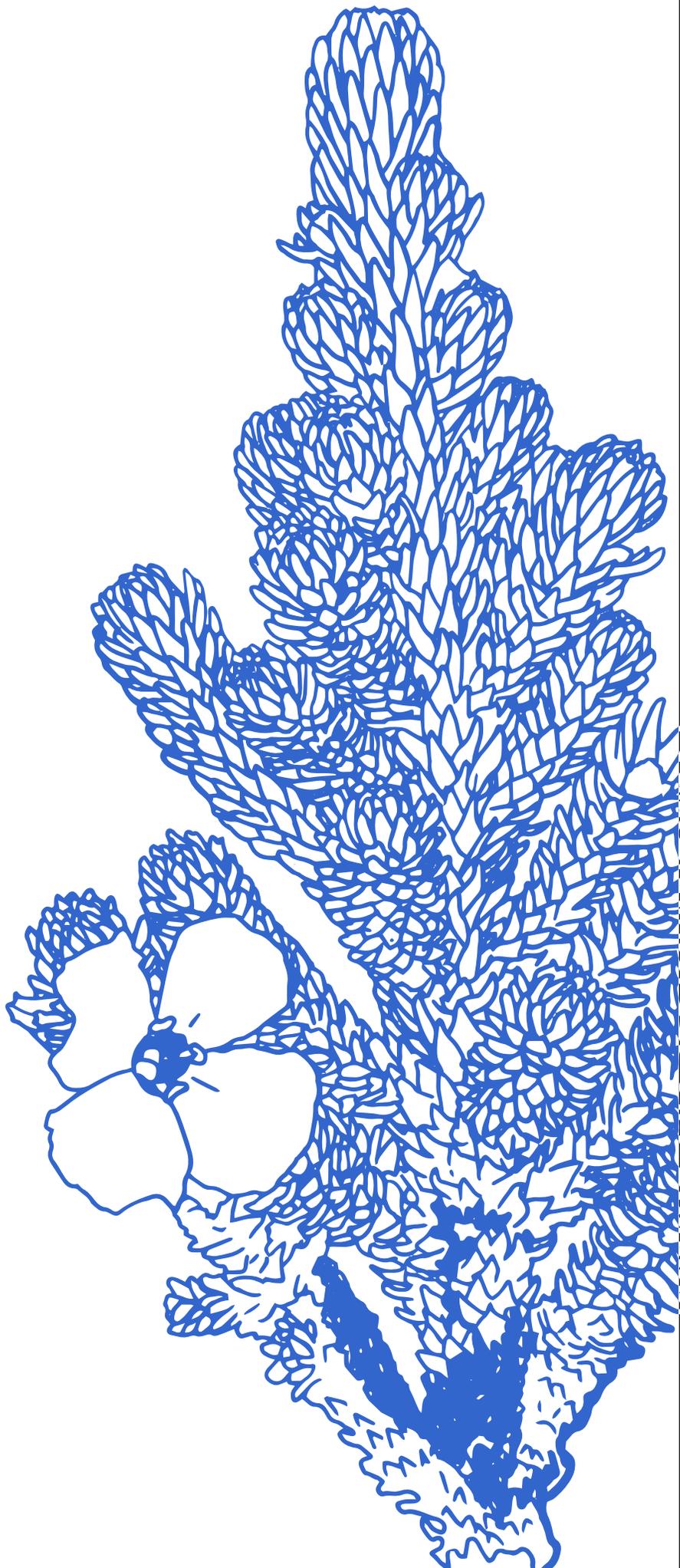
3.4. Síntesis de la investigación en temas ambientales

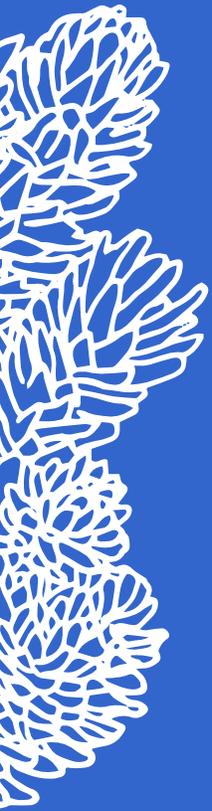
A partir de las diferentes fuentes de información, mencionadas anteriormente, se revisaron las temáticas de los programas y líneas de investigación, con el fin de definir las tendencias generales que permitan armonizar el nuevo Penia en un contexto internacional, nacional y regional.

En términos generales, acorde a la Agenda 2030, se destaca la producción bibliográfica del país en *Vida de ecosistemas terrestres* (ODS 15), *Acción por el clima* (ODS 13) y *Vida submarina* (ODS 14) (COLCIENCIAS, 2018). Con base en el análisis de los programas nacionales de CTI en *Ambiente, Biodiversidad y Hábitat*; y *Océanos y Recursos Hidrobiológicos*, los principales retos están en el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. A partir de las once fuentes consultadas¹⁰, se consolidaron 63 programas y 330 líneas temáticas, que aportaron a la definición de los nuevos programas estratégicos del Penia (ver Anexo 5).

Se trabajó especialmente con el informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 que resalta la importancia de la bioeconomía y el potencial de la biodiversidad colombiana y de los bienes y servicios ambientales en general. Esto, combinado con el enfoque de las 'transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad' como procesos en los que se reconocen profundas interdependencias en las relaciones del ser humano con la naturaleza, conformando sistemas socioecológicos que sufren cambios, impulsados prioritariamente por la acción humana en sinergia con los cambios ambientales globales. (Instituto Alexander von Humboldt, 2018).

¹⁰ Agenda 2030 de ONU, OCDE, Misión Internacional de Sabios, PND, Penia 2008, Picia, CAR, AAU, Pectia y Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.



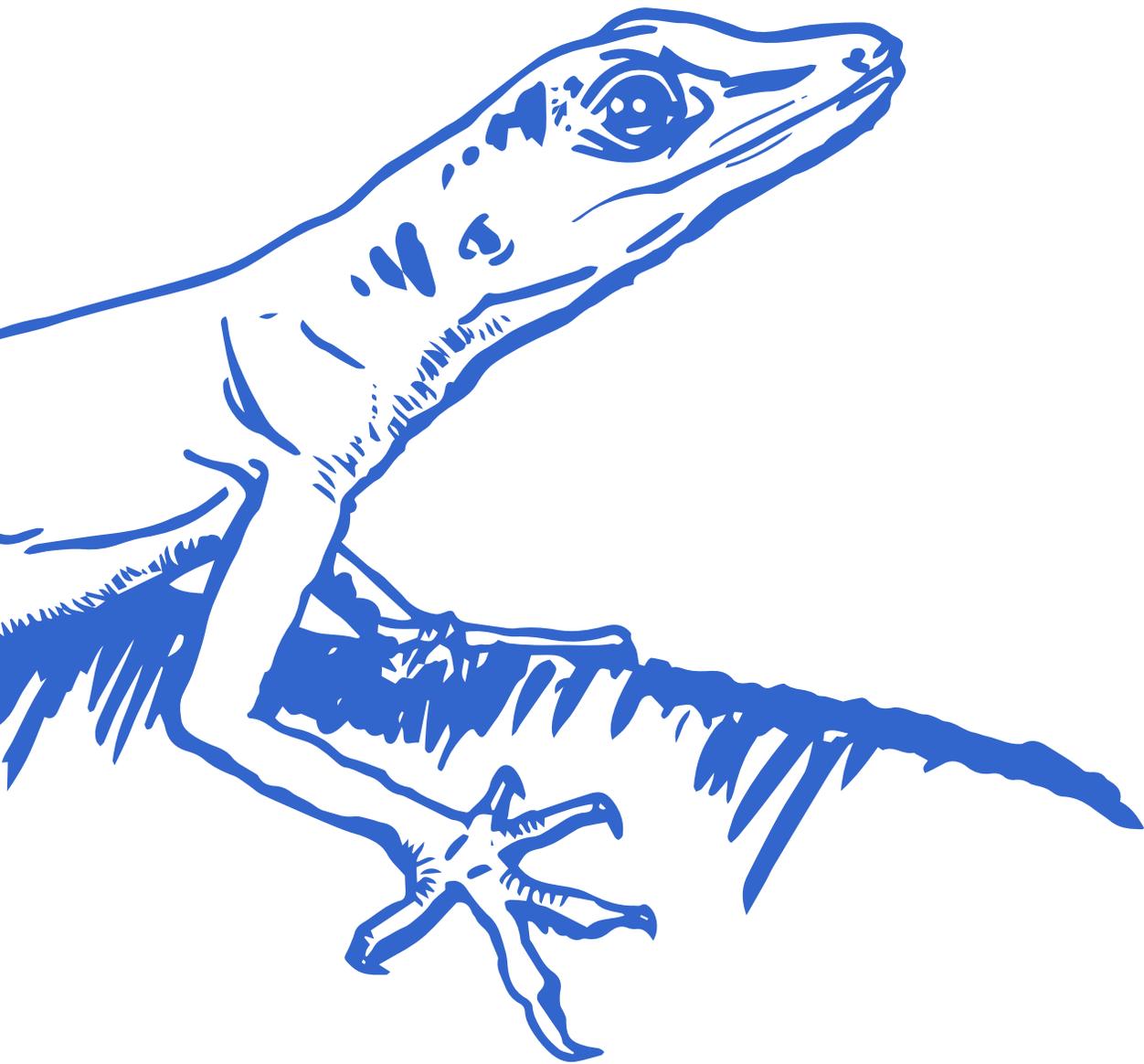


4. Metodología

Para construir un Penia que respondiera a los nuevos retos impuestos por las condiciones ambientales que vive el planeta diez años después de formulada la primera versión, fue necesario hacer un recorrido por los diferentes temas, necesidades y problemas planteados en ese entonces, comprender cómo

se desarrolló la investigación ambiental y reconocer que además de los avances en la generación de nuevo conocimiento, hay aún temas que requieren enfocar de una manera más atinada sus objetivos de investigación, y adaptarse a un planeta Tierra diferente al vivido una década atrás. El detalle de la metodología se puede revisar en el Anexo 6.









5. Lineamientos generales del Penia 2021 - 2030

Con base en el marco conceptual y el diagnóstico, esta segunda versión del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental, Penia, que corresponde a la vigencia 2021 – 2030, define los programas estratégicos y las líneas de investigación correspondientes, de conformidad con lo establecido en las normas legales y en las políticas ambientales nacionales.

Los resultados de las investigaciones que se adelanten con este marco de referencia contribuirán positivamente a una mejor gestión ambiental del Estado y de sus ciudadanos, y de manera especial, a la planeación, uso, restauración y conservación del patrimonio natural, así como de los desarrollos urbanos, de tal forma que un “mejor vivir” para todas las personas, preservando la riqueza natural del país, sea una realidad. En términos temáticos, prevé un conjunto de investigaciones de *interés estratégico nacional*, que por su alcance y características, serán motores del desarrollo sostenible de la nación.

5.1. Enfoque

El examen de lo sucedido en los últimos diez años en Colombia evidencia que el país y el mundo enfrentan nuevos fenómenos ambientales y sociales (como la pandemia de coronavirus), al tiempo que hay disponibilidad de numerosos avances científicos, técnicos y de comunicación, presencia de diferentes actores, reivindicación del enfoque regional, avance de la multiculturalidad y participación comunitaria en la construcción del desarrollo sostenible.

Además, se suma el interés de proponer un plan articulado con las tendencias de investigación internacionales y un enfoque innovador que responda a estos nuevos contextos.

Tres consideraciones guían la perspectiva general de este Plan:

- 1. Prospectivo:** al visualizar diferentes realidades en la siguiente década, permite actuar en el presente para construir el futuro. Examina las tendencias históricas y determina las posibilidades de investigación ambiental en los próximos años para contribuir a la sostenibilidad.
- 2. Territorial:** en la formulación y ejecución incluye las contribuciones y necesidades de la diversidad del territorio nacional, en lo urbano y rural, y en sus interacciones, a nivel ambiental, económico, social y cultural.
- 3. Transformativo:** estimula cambios de largo plazo en los sistemas sociotécnicos actuales para hacerlos más sostenibles. Apunta a una investiga-

ción orientada a generar procesos innovadores de cambio que contribuyan a lograr resultados positivos y sostenibles de crecimiento y competitividad, incluyendo la interrelación de todos los actores con el medio ambiente, así como a proponer un énfasis en soluciones basadas en la naturaleza.

5.2. Principios

- 1. Direccionalidad.** El Penia se describe como un proceso colectivo en el que se consideran diferentes alternativas, haciendo visibles las conexiones entre ellas y sus consecuencias sociales y ambientales, para orientar las acciones hacia cambios necesarios y deseables en el ámbito de los ODS. El Penia debe estar en línea con los intereses y labor misional de los institutos y otras entidades del SINA, de tal forma que se unan y proyecten alrededor de un propósito común en investigación ambiental, y recojan, agrupen y fortalezcan las capacidades existentes, para promover el desarrollo y la transformación de los territorios, y preservar el medio ambiente, bajo un enfoque de sostenibilidad.
- 2. Participación.** Se refiere a la vinculación activa y al diálogo entre los diversos actores para encontrar las expectativas compartidas en la generación, uso y acceso al conocimiento y la innovación transformativos en el marco de la sostenibilidad. El entorno natural es responsabilidad de todos y en esa medida los diferentes sectores, comunidades, grupos sociales y sociedad civil deben participar en la producción de nuevo conocimiento.
- 3. Transdisciplinariedad.** Se entiende como la colaboración entre distintas disciplinas para entender y buscar soluciones a problemas complejos, explorando alternativas que puedan generar cambios socio-técnicos. Es vital comprender e incluir, en el desarrollo, el aporte de las diferentes disciplinas, que permita llevar a cabo una investigación transformadora y con enfoque territorial.
- 4. Cooperación.** Se representa en las acciones y esfuerzos que de manera conjunta realizan los diferentes actores que llevan a cabo la investigación, con el objetivo de alcanzar una meta común. Es indispensable propiciar la mayor articulación de actores locales, nacionales e internacionales para desarrollar proyectos de investigación de mayor envergadura, que generen información de alta calidad para la toma de decisiones, con más recursos económicos, conocimientos y asistencias técnicas pertinentes.

5. Adaptabilidad. Se concibe como un plan flexible y transformador de acuerdo con los cambios que resulten de la acción del ser humano sobre el ambiente o la evolución natural de los ecosistemas, lo cual a su vez demandará ajustes en las políticas de investigación ambiental, que permitan contar con altos estándares y calidad de la información.

5.3. Visión

A 2030, el país cuenta con un sistema de investigación ambiental de alta calidad, fortalecido, eficiente y articulado, que genera conocimientos científicos e información necesaria para una gestión ambiental innovadora y una sostenibilidad integral, el bienestar humano, la productividad y la competitividad a nivel territorial, regional y nacional.

5.4. Misión

Promover y articular investigaciones que generen conocimiento científico con enfoque territorial y apoyen la gestión ambiental y la promoción de un ambiente sano, en un marco de sostenibilidad y cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales.

5.5. Objetivo general

Establecer las orientaciones para generar, conservar y transferir la información y el conocimiento científico que responda a los intereses estratégicos nacionales, para contribuir a la toma de decisiones en pro de la sostenibilidad y el bienestar de la sociedad.

5.6. Objetivos específicos

1. Aportar al conocimiento de los diferentes fenómenos ambientales globales y, en especial, sobre prácticas y tecnologías para la mitigación y la adaptación al cambio climático.
2. Enriquecer el conocimiento de los océanos y las costas del país, para su protección y aprovechamiento.
3. Guiar la producción de conocimiento científico sobre el recurso agua, su funcionalidad dentro de los ecosistemas y la sociedad.
4. Generar conocimiento de la biodiversidad y del ambiente a nivel regional, para su adecuada protección, conservación y uso sostenible.
5. Aportar conocimiento para el diseño de modelos de ocupación territorial urbano rural y urbano regional sostenibles.
6. Producir investigaciones que velen por la calidad ambiental y por la salud de los ciudadanos.
7. Comprender la dimensión socioambiental de los diferentes territorios e incluir dicho componente en las investigaciones.
8. Fortalecer la gestión para consolidar la información ambiental integral.





6. Programas estratégicos y líneas de investigación

En concordancia con la Visión, la Misión y los Objetivos se establecen los programas estratégicos y las líneas de investigación que conforman el plan, los cuales de manera transversal logran que el Penia aporte de forma integral a la sostenibilidad.

Los programas estratégicos¹¹ constituyen el marco necesario para orientar la investigación ambiental de manera que contribuya al logro de los objetivos nacionales. En tanto programas que responden a un ejercicio de agregación de temas, es posible que se presenten casos de traslapes conceptuales entre unos y otros, razón por la cual deben entenderse como áreas flexibles, donde los agentes de la investigación se puedan ubicar libremente.

Las líneas de investigación¹² son los ejes que estructuran la actividad investigativa, y permiten su integración y continuidad en los diferentes programas, a partir de los resultados que se obtienen en los sucesivos proyectos de investigación básica o aplicada y responden a una demanda específica de conocimiento para la solución de problemas ambientales.

Los programas y líneas de investigación que se describen a continuación generarán un mejor conocimiento y más profundo de los diversos factores ambientales considerados prioritarios por sus potencialidades o sus amenazas. Dichos resultados no pueden quedar en el ámbito científico exclusivamente. Hay consenso en la necesidad de que todas las acciones que se realicen para llevar a cabo investigaciones científicas en las diferentes regiones del país deberán, así como los resultados de las mismas deberán ser debidamente informadas a los actores involucrados, incluso desde la propia génesis de la propuesta de investigación. Dicha información deberá ser veraz, oportuna, consolidada y de fácil acceso. Se deberán utilizar los canales más idóneos para asegurarse de que las diferentes comunidades logran no solamente comprender el mensaje, sino tomar posiciones al respecto.

Con base en el diagnóstico preliminar en el cual se realizó el análisis para la propuesta del nuevo Penia, teniendo en cuenta principalmente la Agenda 2030 de la ONU, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la Misión Internacional de Sabios - 2019, las recomendaciones de la OCDE en temas ambientales y el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por la Equidad, así como del anterior Penia, los Picia y los planes

de acción de las corporaciones autónomas regionales y autoridades ambientales urbanas, se proponen a continuación los programas estratégicos para la investigación ambiental a nivel nacional:

Programa 1. *Cambio climático*

Programa 2. *Océanos y costas sostenibles y resilientes*

Programa 3. *Agua, ecosistemas acuáticos y territorio*

Programa 4. *Biodiversidad, bienestar y sostenibilidad*

Programa 5. *Salud y calidad ambientales*

Programa 6. *Construcción de territorios sostenibles*

Programa 7. *Apropiación social del conocimiento para la gobernanza ambiental*

Programa 8. *Gestión integral de la información ambiental en Colombia*

6.1. Programa 1 Cambio climático

El cambio climático es uno de los mayores problemas ambientales a nivel global, con consecuencias dramáticas. Las amenazas, vulnerabilidades y riesgos relacionados con este fenómeno han generado pérdidas económicas incalculables, así como en vidas humanas. El ODS 13 indica que el 91 % de los desastres están relacionados con el clima, y fueron la causa de muerte de 1.300.000 personas entre los años 1998 y 2017. Las acciones que se adelanten para la mitigación de los efectos del cambio climático deben estar aunadas a la adaptación al cambio climático, gestión del riesgo de desastres y gestión del riesgo asociado al cambio climático, razón por la cual se requiere la implementación de políticas y estrategias del nivel nacional coherentes para destinar recursos, tecnologías y acciones colectivas para reducir estos riesgos.

En Colombia el cambio climático tendrá impactos ambientales negativos, y afectaciones sobre los seres humanos y sobre todos los niveles de la biodiversidad terrestre y acuática (desde genes a ecosistemas). Estas afectaciones estarán mediadas por modificaciones en el funcionamiento del régimen hídrico que pueden causar aumentos en la frecuencia de las avenidas torrenciales, inundaciones, sequías e incendios de la cobertura vegetal, que conllevan un aumento del área de suelos con potencial alto de desertificación. Las consecuencias sobre las actividades económicas, agrosistemas, la seguridad alimentaria y salud humana por aparición de enfermedades pueden provocar la pérdida de miles de vidas humanas.

¹¹De acuerdo con el Minciencias, un programa estratégico es un conjunto de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, que buscan una finalidad u objetivo general común. Ese objetivo común es definido con la participación de la comunidad académica y científica del área, quienes identifican dónde están las capacidades para resolver necesidades que, estratégicamente demanden un resultado, un servicio o que tengan un impacto (también definido por la comunidad).

¹²De acuerdo con Minciencias, las líneas de investigación representan temas, que reúnen estudios técnico-científicos, se fundamentan en la tradición investigadora, y desde los que se originan proyectos cuyos resultados guardan relación entre sí.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y su Pacto por la Sostenibilidad menciona dos metas específicas: 1) Reducir 36 millones de t CO₂ eq., de emisiones de gases efecto invernadero y 2) todos los departamentos del país deben implementar acciones para adaptarse al cambio climático. Dentro de sus estrategias prioriza la producción pecuaria con prácticas sostenibles, el impulso a las energías renovables no convencionales y a la eficiencia energética, el transporte sostenible, y el compromiso sectorial con la mitigación del cambio climático e implementación de iniciativas de adaptación al cambio climático que reduzcan los efectos de las sequías y las inundaciones en los sectores y los territorios. Incluye la financiación para el cambio climático y tasas ambientales. Las diferentes direcciones del Minambiente han desarrollado acciones en respuesta a las estrategias definidas para la sostenibilidad, la adaptación y la mitigación del cambio climático.

a. Alcance del programa:

El programa busca aportar al conocimiento del cambio climático, su mitigación y adaptación, y a la gestión del riesgo de manera diferenciada para cada región y tipo de ecosistema. Debe aportar a una visión sistémica del fenómeno a partir del trabajo conjunto con las comunidades en los niveles local y regional, para una adecuada planeación y gestión ambiental.

Este programa debe promover, además, la articulación de conocimientos, procesos y sistemas de información en los ámbitos nacional e internacional para el estudio de la variabilidad climática y el logro de los objetivos en materia de mitigación y adaptación.

Debe identificar estrategias integrales de adaptación basadas en la naturaleza, priorizando temas como la agroecología, el silvopastoreo, la siembra de bosques nativos, estrategias que ayudan a reducir la temperatura local, la emisión de gases a la vez que contribuyen a la seguridad alimentaria y a la conservación de la biodiversidad.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Qué conocimiento científico, tecnologías y prácticas se requieren para reducir los efectos de los eventos extremos de variabilidad climática y el cambio climático en los ecosistemas y en la salud?
- ¿Qué conocimiento científico, tecnologías y prácticas se requieren para prevenir y mitigar los riesgos asociados al cambio climático y adaptar los ecosistemas a los efectos de los fenómenos extremos de la variabilidad climática?
- ¿Cuál es la mejor manera de implementar los conocimientos técnico-científicos dentro de la planeación y gestión ambiental territorial?

- ¿Cómo hacer transferencia de conocimiento y propiciar la aplicación de la información técnica sobre cambio climático en las comunidades?
- ¿De qué manera articular la investigación que se realiza en Colombia con los programas y estrategias que se están promoviendo en el nivel internacional?

c. Líneas de investigación:

1. Investigación en cambio climático y riesgo de desastres para la generación de conocimiento técnico-científico a escala regional

Esta línea tiene el propósito de producir información sobre las diferentes variables y aspectos a estudiar en el marco del cambio climático, como fenómenos extremos de la variabilidad climática, análisis de vulnerabilidad y riesgo climático, modelación de los potenciales impactos asociados al clima, escenarios regionales de cambio climático, dinámicas de los ecosistemas en relación con el clima, la resiliencia y la capacidad de adaptación de las regiones al clima y a los desastres naturales, entre otros.

2. Soluciones basadas en la naturaleza como mecanismo de mitigación y adaptación al cambio climático

Esta línea busca generar un portafolio de medidas y acciones basadas en ecosistemas que pueden implementarse en las regiones para la adaptación al cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), mejorar su resiliencia y gestionar el riesgo de desastres asociado a eventos extremos de la variabilidad climática. De igual manera identificar los elementos naturales que contribuyan con la reducción del riesgo por eventos naturales y el cambio climático

3. Investigación climática con la gente y para la gente

Esta línea tiene como propósito generar acciones conjuntas entre investigadores y ciudadanía, que permitan transferir e intercambiar conocimiento en los niveles local, regional, nacional y global, y producir estrategias de educación, formación, socialización, divulgación y apropiación de información y conocimiento en materia de cambio climático de manera que las personas puedan comprender, capacitarse y prepararse para la adaptación en sus territorios y gestionar los riesgos asociados al cambio climático. En especial, esta línea generaría un diálogo entre la ciencia y el conocimiento local de las estrategias que se han construido para mitigar los efectos del cambio climático. Así mismo, como las demás que componen este programa, busca promover la articulación de las

investigaciones que se realizan en el país con acciones, programas y estrategias internacionales sobre cambio climático.

4. Información climática abierta

Generar medios y canales de información que permitan la circulación de datos y conocimiento asociado al cambio climático para cada región, así como un sistema de indicadores de monitoreo de los principales fenómenos y efectos asociados a la variabilidad y el cambio climático en diferentes escenarios.

5. Soluciones bajo perspectivas de paisaje y territoriales sobre innovación agroecológica

Con base en Soluciones basadas en Transiciones agroecológicas esta línea busca facilitar el diseño participativo y la implementación de estrategias para el desarrollo de cadenas bioeconómicas con bases agroecológicas, en un sistema de gestión de innovaciones y conocimiento con miras a lograr las transiciones que requieren sectores como agricultura, silvicultura y otros usos del suelo hacia modelos de desarrollo productivo climáticamente inteligentes basados en la naturaleza y sus recursos., basadas en diversificación e integración de recursos naturales, dirigido a la adaptación y mitigación al cambio climático de paisajes rurales.

d. Resultados esperados:

- 1.** Mayor conocimiento científico respecto a los fenómenos extremos de la variabilidad climática y cambio climático, que permita comunidades humanas y poblaciones no humanas más adaptadas y resilientes frente a los cambios del clima y los riesgos asociados.
- 2.** Mayor recuperación de ecosistemas estratégicos, lo que genera una mayor resiliencia y adaptación al cambio climático, además de fortalecer la estrategia de mitigación del cambio climático.
- 3.** Mayor desarrollo de estrategias de reducción y manejo del riesgo basado en ecosistemas.
- 4.** Fortalecimiento de capacidades institucionales y mayor acompañamiento a entes territoriales y entidades SINA para la planeación y gestión ambiental en las regiones con base en información técnico-científica sobre cambio climático.
- 5.** Mayor articulación con programas y estrategias internacionales sobre cambio climático.
- 6.** Mayor articulación con comunidades locales frente a estrategias para la mitigación del cambio climático.

6.2. Programa 2 Océanos y costas sostenibles y resilientes

A pesar de que los océanos cubren más del 70 % del globo, se ha explorado menos del 5 %. Según el pri-

mer Informe Mundial sobre Ciencias del Océano (IOC-Unesco, 2017), la inversión en investigación científica de los océanos es de menos del 4 % de la financiación mundial en ciencias, con variaciones muy grandes entre países, incluido Colombia. Aún son muchos los campos por ser explorados respecto a la conectividad y relación entre sus servicios ecosistémicos, biodiversidad y la conexión con la regulación del clima del planeta. En el actual Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022), se reconoce por primera vez un capítulo de Océanos.

Aunque los ecosistemas marinos han sido objeto de estudio, aún hoy el conocimiento que se tiene en relación con los efectos de los cambios del océano en las últimas décadas, muestra que son lo suficientemente impactantes como para tener repercusiones sobre la sociedad, las metas de gobierno y una serie de amenazas sobre la economía, el cambio climático y el bienestar de las futuras generaciones del planeta. Una investigación básica que responda a conocer más sobre la propia dinámica del océano así como los cambios en su composición desde la biología, la física, la química y la geología marina, por mencionar solo algunas disciplinas, son necesarios en un país rodeado de mar.

Este programa no solo se centra en el océano, pues las zonas costeras y estuarinas son igualmente cruciales respecto a servicios ecosistémicos relevantes para las futuras generaciones, y a su vez tienen un gran impacto sobre la salud de los océanos. Este último aspecto es clave si se tiene en cuenta que la disminución de la salud de los océanos supone el calentamiento del agua a cualquier profundidad, la acidificación del océano, la generación reducida o agotamiento de oxígeno y la escala masiva de contaminación oceánica proveniente principalmente de fuentes terrestres (plásticos, residuos sólidos y químicos), entre otros síntomas.

La huella de las actividades humanas está impresa en todos los océanos y en sus costas. Los saberes y conocimientos tradicionales de las comunidades étnicas asentadas en las zonas costeras del país, deben ser considerados en el estudio del ecosistema marino. Vertimientos de ríos y ciudades costeras llegan a los mares; en Colombia, por ejemplo, aunque algunas de las ciudades más densamente pobladas se encuentran en áreas montañosas del interior, su localización aledaña a ríos afluentes del Magdalena y del Cauca hace que los contaminantes tengan un impacto considerable en la calidad ambiental costera y marina. En consecuencia, las aguas menos profundas, particularmente bahías y estuarios, son las más afectadas porque allí, además de la contaminación de aguas, ocurre el depósito de sedimentos, la destrucción de los hábitats y el agotamiento de la pesquería. Sin embargo, la contaminación no es la única responsable del deterioro de los océanos; también lo son el daño físico directo a los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos

(Invemar, 2004). En este sentido, este programa permea y a su vez debe verse reflejado en los otros programas de investigación.

a. Alcance del programa:

Debido a que existe una gran necesidad de producir conocimiento más específico que pueda ser aplicado para realizar acciones efectivas y eficientes hacia la sostenibilidad en los niveles global y regional, al tiempo que se garantiza la protección y conservación natural de los mares y las costas, este programa tiene por objeto generar conocimiento científico y recomendar estrategias que conduzcan a la mejor conservación y aprovechamiento de la riqueza, la diversidad y la abundancia y contribuir a una ocupación y uso sostenible de las zonas marinas y costeras con una visión sistémica desde la dimensión humana, que permita responder a sus necesidades y bienestar.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Cuál es el estado de salud de los ambientes marinos y costeros y sus servicios ecosistémicos?
- ¿Cuáles son las presiones y factores de transformación de los ambientes marinos y costeros y sus servicios ecosistémicos y cómo se cuantifican?
- ¿Cuáles son y cómo se implementan las estrategias de manejo, ordenamiento y planificación de los ambientes marinos y costeros, basadas en acceso a datos, conocimiento científico y trabajo participativo para adoptar decisiones informadas?
- ¿Qué se entiende por ocupación sostenible de las zonas marinas y costeras?
- ¿Cuál es el aporte real de la tecnología a la solución de la degradación ambiental marina?

c. Líneas de investigación:

1. Biodiversidad y servicios ecosistémicos marino-costeros

Investigación y exploración de los océanos con el uso de diferentes herramientas como la bioprospección para la generación de nuevos conocimientos relacionados con biodiversidad y servicios ecosistémicos marinos y costeros y la relación de estos con la regulación del clima del planeta, entre otros.

2. Calidad y salud ambientales marina y costera

Conocimiento sobre el estado de los mares y las costas colombianas, que permita identificar su calidad ambiental, al tiempo que proponga acciones de prevención, control, atenuación o restauración de los impactos negativos sobre los ecosistemas respectivos en forma de lograr su mayor resiliencia.

3. Manejo, uso y aprovechamiento sostenible marino-costero

Esta línea busca promover investigaciones que mejoren las prácticas y actividades humanas realizadas sobre ecosistemas marino-costeros a través de la promoción de un manejo estratégico, responsable y sostenible, la optimización de métodos y la aplicación o desarrollo de tecnologías, de manera que se garantice el cuidado y la protección de los ecosistemas. Así mismo, propone fomentar el uso y aprovechamiento máximo sostenible de los recursos marino-costeros, considerando tanto la participación social, como la valoración económica ambiental, de manera que se generen conocimientos sobre aportes económicos de los ecosistemas marino-costeros y en su recuperación, análisis de costo-beneficio de las actividades humanas y el aporte al bienestar de la población y a la seguridad alimentaria.

4. Oceanografía y modelamiento de la dinámica costera y oceánica

Investigar la dinámica de vientos, térmicas, salinidad, niveles del mar, movimientos como oleaje, mareas y corrientes, morfología costera y submarina, contribuyendo al entendimiento del conjunto de procesos costeros y submarinos causados por los agentes climáticos marinos, el transporte de materiales y la intervención humana, así como, la influencia de estos procesos en la variabilidad y cambio climático.

5. Gestión del riesgo marino costero

Para conocer y reducir los riesgos en las zonas marino-costeras se requiere la identificación y conocimiento detallado de las amenazas y factores que componen la vulnerabilidad en cada zona. Además de evaluar e implementar estrategias de adaptación, mitigación y reducción del riesgo basado en ecosistemas, así como procesos de planificación y ordenamiento.

6. Cambios en la biogeoquímica marina

Estudiar cómo se distribuyen los compuestos químicos en el compartimento oceánico, además de su rol fundamental en la regulación del clima global (atmósfera). Así mismo, investigar los cambios en el ciclo biogeoquímico de los océanos y zonas costeras, la captura de gases efecto invernadero y su depósito en materia orgánica e inorgánica (i.e. carbono azul), así como los cambios en el pH (i.e. acidificación de los océanos), en el oxígeno de los Océanos y en la dinámica en otras latitudes de interés de la Nación.

7. Ordenamiento y planificación espacial del territorio costero y marino

Realizar investigación y análisis sobre manejo integrado de zonas marinas y costeras, de la distribución espacial y temporal de las actividades humanas y sus potenciales conflictos basados en la oferta de

bienes y servicios ecosistémicos, de forma integrada, adaptativa, estratégica y participativa. Mediante la educación y alfabetización de segmentos poblacionales, bajo lenguajes apropiados a cada uno de ellos y usando diferentes medios, promover el uso de la investigación, su entendimiento, aprendizaje y preservación.

8. Democratización del conocimiento costero y marino

Realizar proyectos mediante la comunicación científica y alfabetización de segmentos poblacionales, bajo lenguajes apropiados a cada uno de ellos y usando diferentes medios, para promover el uso de la investigación, su entendimiento, aprendizaje y preservación.

9. Diplomacia científica

Promover acciones para fortalecer las capacidades para la negociación internacional del Minambiente, los institutos de investigación y en general el SINA, en el contexto de su participación y representación como país en eventos y convenciones mundiales.

d. Resultados esperados:

- 1.** Duplicar el conocimiento sobre la oferta, estado y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos de océanos de interés nacional, para implementar estrategias de manejo, ordenamiento y planificación de largo plazo orientadas a impulsar el desarrollo de las regiones con injerencia en estos territorios.
- 2.** Contar con sistemas de monitoreo semiautomatizados que generen información continua y modelos que permitan sistemas de alerta frente a las amenazas naturales y los impactos antrópicos que degradan los ambientes marinos y costeros.
- 3.** Articular y consolidar la Red de Centros de Investigación Marina para apropiar recursos de cooperación internacional e involucrar en la financiación a los actores que aprovechan los océanos y costas, en proyectos de investigación, tecnología e innovación para impulsar el conocimiento en los sistemas marinos y costeros.
- 4.** Establecimiento de alianzas entre los sectores geocientífico y meteorológico, que trabajan en el modelamiento de los datos con los sectores biológico y social, para integrar las disciplinas a nivel de investigación y cooperación.
- 5.** Participación de la empresa privada en la generación de conocimiento base sobre los ecosistemas costeros y marinos del país integrando dicha información en productos SIG disponibles para la sociedad civil en sintonía con la democratización del conocimiento costero y marino.
- 6.** Revisión y análisis de la normativa ambiental y los términos de referencia aplicables a los proyectos de desarrollo en las zonas marino costeras del país.

6.3. Programa 3 Agua, ecosistemas acuáticos y territorio

Aunque la disminución o la pérdida en la cantidad y calidad del agua podría decirse que es la mayor preocupación y necesidad del país, no se debe desconocer que debido a la extensión del territorio nacional, y a la diversidad ecosistémica y climática de las regiones, Colombia enfrenta un número apreciable de diferentes problemas, lo que hace que el país no tenga una única necesidad relacionada con este recurso, sino que haya una combinación de problemas de diferente naturaleza a lo largo del territorio nacional.

El primero de ellos se refiere a una distribución desigual en el territorio, a pesar de la abundancia general del recurso, con la existencia de zonas de sequía aguda frente a otras de extrema humedad; grandes extensiones de humedales que han sido desecadas, potrerizadas y apropiadas de manera irregular, desconociendo su papel como generadores de servicios ecosistémicos claves; masa glaciaria que, en lo corrido de la última década, se ha reducido en un 22 % y que, de continuar estas tendencias, podría desaparecer durante la segunda mitad del presente siglo; deforestación y malas prácticas agropecuarias, cuyos efectos son desregulación hídrica, con detrimento de los acuíferos y aumento de la escorrentía, que conduce procesos acelerados de sedimentación reflejados en mayores cargas y depósito en ríos y humedales, así como fenómenos de erosión costera.

A esto se suma la regulación hídrica y la dinámica del balance hidrosedimentológico por la presencia de represas; los impactos en los socioecosistemas derivados de fenómenos extremos como avenidas torrenciales, sequías extremas y olas invernales; contaminación de ríos, especialmente en las zonas más pobladas, por materia orgánica, metales pesados derivados de la actividad industrial y minera y sólidos suspendidos totales, así como por el uso de plaguicidas, especialmente en la actividad agropecuaria, cuyo destino final son las costas y mares. De igual modo, el creciente porcentaje de contaminantes emergentes como los PPCR (Pharmaceuticals and personal care products por sus siglas en inglés).

En materia de aguas subterráneas, escaso conocimiento, preparación técnica y académica para su aprovechamiento; insuficiente evaluación y caracterización de las aguas subterráneas y de zonas no saturadas.

Escasa identificación de las relaciones socioambientales entre ecología e hidrología, lo que tiene implicaciones sobre la conservación y uso de los ecosistemas, su biodiversidad y los recursos hídricos; uso inadecuado de los mecanismos de coordinación y cooperación de los actores sociales (colectivos, sectoriales e institucionales) que participan en la gestión del agua en los territorios; escasa educación ambiental en la formación básica, técnica y profesional.

a. Alcance del programa:

Este programa tiene como propósito investigar sobre la disponibilidad y uso del agua, los cambios regionales en esta dinámica y proponer escenarios de corto, mediano y largo plazos, asociados a las necesidades propias del territorio, a través de una visión sistémica y holística de la gestión integral del agua en el territorio. Para esto debe hacer énfasis en estrategias integrales de gestión que contemplen la gobernanza eficiente, la biodiversidad, la conservación y restauración de ecosistemas, el efecto del cambio climático y los desastres.

Además, busca ser el puente para promover investigaciones orientadas a un mayor conocimiento transdisciplinario y a una intervención más efectiva y apropiada con la aplicación de nuevas tecnologías y procesos sobre la función hídrica de los ecosistemas y la regulación hídrica de las cuencas en el país; también a enriquecer la información sobre las aguas subterráneas, optimizar el control de la calidad del agua y racionalizar su uso y consumo. De igual modo, identificar de primera mano con las comunidades las posibles soluciones a situaciones derivadas de disturbios en sus ecosistemas acuáticos en ejercicios de co-construcción, educación y ciencia ciudadana.

Este programa debe promover la participación conjunta de la comunidad científica, comunidad local y tomadores de decisiones en esquemas de monitoreo del recurso hídrico con estrategias de ciencia ciudadana, innovación de tecnologías y apropiación del conocimiento; fortalecer iniciativas enfocadas en las Soluciones basadas en la Naturaleza (NbS por sus siglas en inglés) o soluciones basadas en ecosistemas para ejercicios de restauración o incluso para nuevas formas de diseño de infraestructura, así como el conocimiento y estrategias de restauración en sitios Ramsar.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Cuál es el estado actual de las cuencas hidrográficas del país?
- ¿Cuál es la función de los ecosistemas estratégicos en el ciclo del agua y en las dinámicas sociales del territorio?
- ¿Cuál es la potencialidad de las aguas subterráneas en Colombia, su estado y las posibilidades de su aprovechamiento?
- ¿Qué tan racionales/eficientes/adecuados son la demanda y los consumos de agua en el país?
- ¿Qué datos o información a escala regional y local se requieren para aumentar el conocimiento integral del recurso hídrico en los territorios?
- ¿Cuál es el aporte real de la tecnología a la gestión integral del agua?

c. Líneas de investigación:

1. Análisis integral de cuencas.

Aproximación holística para el conocimiento de las cuencas de forma local y específica, con base en cono-

cimientos ecohidráulicos, hidrogeológicos, hidroquímicos, hidroecológicos, hidroeconómico, de biodiversidad y sociales, para el bienestar de la comunidad, con el fin de establecer las soluciones específicas que, en articulación con los gobiernos locales, reconozcan el valor del agua y mejoren la gestión en las regiones. Así mismo, se buscará la formación para la implementación de NbS o ingeniería ecológica en los ecosistemas acuáticos.

2. Calidad del agua.

Generación de conocimiento para el monitoreo, caracterización y reducción de la contaminación difusa en cuerpos de agua superficiales y subterráneos, caracterización de contaminantes emergentes y persistentes en las condiciones colombianas y formulación de estrategias para su control y reducción.

3. Demanda y consumo de agua.

La investigación de esta línea aportará insumos para determinar los impactos de las tecnologías e innovaciones (control de pérdidas, desalinización, recirculación y reuso, entre otros) en el ambiente y la sociedad, y para identificar prácticas basadas en la naturaleza (semilleros de agua) que contribuyan a la conservación, recuperación y potabilización del agua.

4. Ecohidrología, hidrología forestal y regulación hídrica.

Investigaciones que permitan mejorar la comprensión de la función y estado de los ecosistemas y las especies acuáticas (junto con la importancia de proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua y su biodiversidad), y la regulación hídrica en el país, en especial, en temas como el monitoreo de los cuerpos de agua, la alteración de la regulación hídrica por cambios en uso del suelo, cobertura vegetal, grandes proyectos de infraestructura, impermeabilización de suelos, afectación sobre los ecosistemas ante escenarios de cambio climático, y cerrar el ciclo de la cuenca hídrica hasta su encuentro con el océano o los humedales costeros. Restauración de cuencas, especies y sistemas hidrológicos forestales para determinar las relaciones fundamentales del bosque y el agua, determinar los principios de la administración silvícola que permitan aprovechar al máximo agua de la mejor calidad posible y establecer métodos prácticos para estabilizar el suelo en las áreas priorizadas.

5. Aguas subterráneas.

Delimitación de zonas de recarga de acuíferos, construcción de modelos hidrogeológicos de acuíferos profundos, efectos de la reinyección (proyectos de hidrocarburos) sobre los acuíferos y ecosistemas conexos, flujo en medios fracturados y kársticos y servicios ecosistémicos asociados al agua subterránea. Así mismo, conocimiento de la interacción del agua

superficial y el agua subterránea para el flujo de agua, nutrientes y organismos en ríos y humedales, que permita garantizar su permanencia y conservación.

6. Gobernanza del agua.

Comprende acciones y estrategias de investigación, desarrollo e innovación, para los procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en la gestión integrada del agua en los territorios. Asume al territorio y a la cuenca como sistemas socioecológicos, con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades, y de garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas. Así, se asegura la oferta hídrica, los servicios ambientales, los medios de vida, la productividad y los capitales en el territorio (financiero, humano, natural y cultural). Incluye temas tales como caracterización y manejo de conflictos, participación, enfoque biocultural, conocimientos tradicionales, culturales y enfoque diferencial.

7. Valoración del recurso hídrico.

Esta línea tiene como propósito fundamental aportar en estudios y profundización de la función ecológica de la propiedad, en relación con el recurso hídrico a lo largo del territorio nacional.

8. Datos abiertos y circulación de información hídrica regional.

Esta línea tiene como propósito aumentar los datos e información relacionada con el recurso hídrico, mejorar la disponibilidad de la información a diferente escala y garantizar su uso de manera abierta para ser empleada tanto por investigadores, como por tomadores de decisiones, o por la ciudadanía en general.

d. Resultados esperados:

- 1.** Mayor número de soluciones específicas e integrales a partir de la identificación de problemáticas locales presentes en todo el país y diseñar y evaluar soluciones específicas e integrales.
- 2.** Disponer de estudios ecohidrológicos de los principales ecosistemas estratégicos a diferentes escalas, involucrando la totalidad de la cuenca hídrica, desde su nacimiento hasta su encuentro con el mar.
- 3.** Mayor conocimiento y aprovechamiento sostenible de las aguas superficiales y subterráneas en Colombia y generar un diagnóstico / atlas / inventario nacional de aguas.
- 4.** Mayor eficiencia en el uso, aprovechamiento y consumo de agua.
- 5.** Mayor protección y restablecimiento de los ecosistemas acuáticos, los territorios anfibios y demás ecosistemas pertenecientes a las cuencas hidrográficas.

6. Mayores sinergias y articulación entre actores para garantizar la gobernanza del agua y la seguridad hídrica en los territorios.

7. Fortalecimiento en la educación ambiental alrededor del agua, tanto a nivel de formación básica como la profesional y en las comunidades.

6.4. Programa 4 Biodiversidad, bienestar y sostenibilidad

En nuestro país, la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Pngibse) asume un *enfoque socioecológico* y resalta la consideración de dinámicas de uso y transformación social del territorio a diversas escalas como factor determinante de la gestión. Atendiendo a la Pngibse, la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos se entiende como el conjunto de acciones de conocimiento, preservación, restauración, uso sostenible y manejo que conduce a la adaptación permanente de la sociedad a las condiciones cambiantes de los diversos escenarios territoriales con el fin de maximizar el bienestar humano, a través del mantenimiento de la resiliencia de los sistemas socioecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza. Así, el objetivo general de la Pngibse es promover una gestión integral a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil que se debe expresar a través de acuerdos de conservación y uso sostenible de la biodiversidad entre actores sociales, institucionales y productivos.

Este enfoque, “Transiciones Socioecológicas hacia la Sostenibilidad” (TSS), resulta particularmente relevante en la medida en que Colombia enfrenta importantes retos para garantizar la sostenibilidad de sus territorios y la provisión de los servicios ecosistémicos para el bienestar de su población (alimentación, acceso al agua, tierras fértiles, etc.). Dentro de los principales procesos de pérdida de biodiversidad y sus servicios se encuentran las graves afectaciones derivadas de la deforestación, los cambios en el uso de la tierra, los impactos negativos generados por las actividades extractivas, la contaminación y consecuente degradación de ecosistemas terrestres y acuáticos, la urbanización y crecimiento desordenado de asentamientos humanos, el uso inadecuado de modelos y tecnologías de producción y consumo, la afectación de su diversidad cultural y su patrimonio biocultural, la expansión e intensificación de conflictos socioambientales, la presencia de especies invasoras y los crecientes efectos del cambio y la variabilidad climáticos, entre otros.

En procura de impulsar estos cambios hacia la sostenibilidad, y con el propósito de maximizar el bienestar de la población y del territorio, es preciso desarrollar modelos económicos innovadores que, reconociendo conocimientos y tecnologías tradicionales y locales, in-

corporen nuevos modelos de conocimiento y desarrollos científicos aplicados a la producción de bienes y servicios basados en la biodiversidad, con destino a los mercados y como fundamento de la protección y creación de bienes públicos necesarios para la sociedad. Es aquí donde la bioeconomía cobra todo el sentido y se convierte en el motor de transformaciones socioecológicas orientadas a la construcción de nuevos medios y modos de vida, clave para diversificar y generar nuevas alternativas económicas, una vía para incrementar la agregación de valor a la producción primaria, generar negocios e industrias más sostenibles y sofisticar las cadenas de valor orientadas a mercados de alto valor agregado. Ejemplos donde ello se puede alcanzar son el uso productivo y sostenible de la biodiversidad, el desarrollo de nuevas industrias de base biológica (orientadas a la producción de bioproductos, bioinsumos, etc.) que, finalmente, se constituirán en las variadas formas de bioeconomías, diferenciadas y adaptadas a las realidades y capacidades de cada territorio en Colombia.

a. Alcance del programa:

El programa busca contribuir significativamente a la generación de conocimiento para revertir el grave proceso de pérdida de biodiversidad y de las contribuciones que brindan los ecosistemas (servicios ecosistémicos) al bienestar de las poblaciones humanas y no humanas, buscando impulsar transiciones socioecológicas que los incorporen como componentes para integrarlos como activos fundamentales del bienestar, la equidad y la inclusión social, factores clave en la construcción de resiliencia socioecológica y fundamento de una economía sostenible acorde con la diversidad biocultural del país.

Igualmente, debe abordar el uso sostenible de su patrimonio y capital natural, junto con la generación de conocimientos, tecnologías e innovaciones alrededor de estos (bioeconomía), y hacerlo el eje principal de su desarrollo económico y humano, la base de sus transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad, la descarbonización de la economía y la proyección del país hacia un escenario posextractivista.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Cuál es el rol del funcionamiento de los diferentes niveles de la biodiversidad (genes, especies y comunidades) en las contribuciones materiales y no materiales de la naturaleza?
- ¿Cuáles son los aspectos determinantes de la composición, estructura y dinámica de los ecosistemas que aseguran la provisión de los servicios ecosistémicos como aporte al bienestar de las comunidades humanas?
- ¿Cuál es el rol de la biodiversidad en la sostenibilidad de los diferentes sectores productivos y el bienestar de las comunidades locales en los territorios?

- ¿Cómo interactúan los motores de transformación en los territorios y qué tendencias han venido generando?
- ¿Cuáles son los escenarios deseables que al ser modelados a partir de las tendencias de transformación permiten sostenibilidad en el territorio?
- ¿Cuáles y cómo deben ser puestas en la práctica las decisiones sociales para que los territorios transiten hacia la sostenibilidad?
- ¿Cuáles son las relaciones y propiedades emergentes, entre biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, el crecimiento económico, el bienestar, la calidad de vida, la competitividad y el desarrollo, y cómo, partiendo de este entendimiento, podemos construir nuevas economías del conocimiento (bioeconomía), junto con otras formas de economías (locales, propias, etc.) y de desarrollo, que estén enmarcadas en las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad, de manera que se generen retornos al bienestar y conservación de los socioecosistemas?
- ¿Cuáles son y cómo deben realizarse los cambios sociotécnicos que deben darse en el proceso de la valorización de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para que estos se conviertan en un factor clave de desarrollo económico más equitativo, de bienestar social, de competitividad de las regiones y que aporten a las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad en los sectores productivos del país?
- ¿Cuáles son y cómo desarrollar e incorporar nuevos conocimientos (ciencias ómicas y de datos), tecnologías (biotecnologías y otras) y procesos (bioprospección) en la valorización de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, de manera que se fomente el desarrollo de productos biobasados (bioproductos) y otros bienes y servicios de alto valor agregado, la generación de alternativas económicas, el impulso de negocios sostenibles, junto con la sofisticación de cadenas de valor bajo esquemas de distribución justa y equitativa de beneficios?
- ¿Cuáles sistemas de conocimiento, valores y prácticas coexisten en los territorios en torno a la biodiversidad, de qué forma interactúan y cómo podrían articularse para construir soluciones negociadas más legítimas y sostenibles?
- ¿Cómo establecer diálogos significativos entre diversos sistemas de conocimiento que permitan abordar las diferentes líneas de investigación del programa (conocimiento

de ecosistemas y sus contribuciones; historia ambiental y tendencias de transformación; valorización de la biodiversidad para el bienestar) de forma integral y colaborativa?

c. Líneas de investigación:

1. Sistemas socioecológicos

Ampliar y profundizar el conocimiento de la composición, estructura, dinámica y servicios de los ecosistemas continentales, marinos y costeros, para comprender sus contribuciones materiales y no materiales al bienestar, así como las tendencias históricas de transformación socioecológica territorial, como fundamento para identificar escenarios socialmente deseables para las comunidades humanas y no humanas y como base para impulsar transiciones hacia sostenibilidad en diversos contextos bioculturales.

2. Contribuciones de la naturaleza al bienestar

Ampliar y profundizar en el entendimiento de las contribuciones de la naturaleza al bienestar de las poblaciones humanas y no humanas, de su valoración integral y de su expresión como bienes comunes y públicos (patrimonio y capital natural), que fomenten los cambios en las pautas de producción y consumo, garanticen la seguridad alimentaria y la salud de los sistemas socioecológicos (One Health), en busca de detener los motores de pérdida de biodiversidad (como deforestación), y de cómo en este contexto se construyen las transiciones hacia la sostenibilidad a nivel territorial. Instruir y fortalecer a las comunidades en los mecanismos de gobernanza que aseguren el buen uso de los bienes y servicios que contribuyan a su bienestar y a la gestión sostenible de su territorio.

3. Valorización de la biodiversidad

Valorizar la biodiversidad en sus diversas expresiones (ecosistemas, especies, genes, moléculas) y sus servicios ecosistémicos, junto con el entendimiento del papel de las tecnologías tradicionales/locales, de la ciencia, la tecnología y la innovación en su aplicación para el desarrollo de productos, procesos y servicios de alto valor agregado, que contribuyan a la construcción de nuevas economías sostenibles, economías del conocimiento y economías del bienestar (incluyendo enfoques de circularidad, bioeconomía, economías solidarias, del cuidado y modelos comunitarios/locales), entre otras, que aporten a un desarrollo económico más equitativo, al bienestar social, a la disminución de pasivos ambientales, a la competitividad de las regiones y a las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Generar una red que conecte y disponga la información existente y el intercambio de las experiencias existentes entre innovadores en el uso y aprovechamiento de la biodiversidad en el marco de la comunidad de práctica.

4. Gestión de la información para su apropiación y el fortalecimiento de cadenas de valor

La biodiversidad estudiada, caracterizada y valorizada se convierte en solución a través de la generación de cadenas de valor fortalecidas a partir de la transferencia de tecnología, adopción de la innovación y apropiación social de este conocimiento. Se hace indispensable el fortalecimiento de los negocios, como línea fundamental para que confluyan el uso de la biodiversidad, la apropiación social del conocimiento, la consolidación de la bioeconomía y las condiciones habilitantes para el crecimiento verde.

5. Múltiples valores y sistemas de conocimiento

Profundizar en el diálogo entre las ciencias y otros sistemas de valoración, conocimiento y cuidado de la naturaleza, reconociendo la diversidad biocultural del país y su importancia para la gestión de los territorios, basada en la construcción colectiva de conocimiento, procesos de investigación colaborativa y de acuerdos sociales en escenarios de alta heterogeneidad socio-cultural y conflictividad socioambiental.

6. Bioinnovación

Realizar investigaciones alrededor de métodos y técnicas para la recuperación, restauración ecológica de los ecosistemas terrestres y acuáticos silvestres y transformados, la gestión de áreas protegidas, la incorporación de la biodiversidad en la reconversión de sistemas productivos, la innovación y la construcción de soluciones basadas en la naturaleza, que provean bienes públicos para el desarrollo sostenible a nivel regional, y para enfrentar procesos de cambio ambiental global (cambio y variabilidad climática, gestión de riesgos, gobernanza del agua, entre otros). Realizar una priorización que permita identificar los activos para la construcción de soluciones, ya que existen unos criterios mínimos que establecen no solo que el activo tiene valor, sino que puede ser incluido en las cadenas de valor para que se conviertan en la solución por la que aboga la Bioinnovación.

7. Territorios resilientes y sostenibles

Realizar procesos de modelación y contribuir en la definición plural de escenarios deseados, que tengan en cuenta los umbrales de cambio socioecológico, la definición de variables e indicadores de integridad, que sirvan de fundamento para acuerdos sociales y ajustes institucionales, que aporten al monitoreo, a la gestión adaptativa y a la construcción de territorios resilientes y sostenibles, en el marco de las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Realizar investigación en la estructuración de paisajes productivos resilientes, en tanto se constituyen como herramienta basada en valores sociales, medioambientales y económicos en equilibrio, concebidos como soportes

en constante transformación y evolución. Son sistemas ecológicos y culturales relacionados no sólo con la generación de materias primas sino con la construcción de identidades territoriales, formas de habitar y lógicas económicas locales.

Resultados esperados:

- 1.** El conocimiento del funcionamiento y las relaciones entre los diferentes niveles de la biodiversidad es la base para la definición de estrategias de preservación de los beneficios materiales y no materiales de la biodiversidad; esta información es incorporada y valorada por los sectores productivos y las comunidades locales en las decisiones de manejo de los territorios para lograr transiciones sostenibles en los mismos.
- 2.** Desde el conocimiento científico-tecnológico y el entendimiento de los cambios sociotécnicos, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos son apropiadamente valorizados e incorporados en políticas, procesos y acciones innovadoras de ordenamiento, de planeación, de crecimiento económico, de competitividad regional y de desarrollo territorial, constituyéndose en la base del bienestar social y de la construcción de nuevas economías del conocimiento más equitativas y que transitan hacia la sostenibilidad.
- 3.** Métodos robustos de construcción colectiva de conocimiento, que reconozcan múltiples valores y saberes, los incorporen en procesos de investigación colaborativa y productos de conocimiento de calidad legítimos para los actores sociales, que contribuyan a la transformación de conflictos socioambientales y a acuerdos sociales por la sostenibilidad.
- 4.** Avances sistematizados de transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad, a disposición de los actores en el territorio en todas las regiones naturales y en la interacción de los diversos sectores productivos, de manera que se cuente con experiencias previas que sirvan de referentes para la toma de decisiones.
- 5.** Modelos/experiencias de bioeconomías sostenibles desarrollados de acuerdo con las capacidades y visiones de los territorios, como motor de las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad.
- 6.** Modelos que permiten comprender la dinámica del paisaje seleccionado, donde revertir las tendencias de pérdida de bosques y de biodiversidad asociada requiere una gestión integral e innovadora que abarque los sistemas de gobierno local, la producción, la planificación sectorial y la conservación, en una concepción más amplia del manejo del territorio.
- 7.** Negocios basados en el uso sostenible de la biodiversidad a partir de comunidades organizadas y fortalecidas que respondan de manera responsable e informada sobre los bienes de sus territorios, los

beneficios que pueden percibir a partir de ellos y la reinversión para una vida digna de los involucrados.

6.5. Programa 5 Salud y calidad ambientales

La pandemia generada por la COVID-19 en 2020 no es la única razón por la cual se hace necesario plantear un programa de investigación estratégico que permita un mayor conocimiento de la calidad y la salud ambientales: salud humana + salud de la fauna silvestre + salud de los ecosistemas = Una sola salud.

En Colombia la salud ambiental tiene un Conpes (3550 de 2008), una Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental (Conasa, 2010), una Política Integral de Salud Ambiental (PISA, 2015), un Sistema Único de Información en Salud Ambiental (Suisa) y al nivel regional, los Consejos Territoriales de Salud Ambiental (Cotsa).

Desde la expedición del Conpes, el hoy Minambiente tiene un alto grado de competencia para poner en práctica la Política PISA. En dicho documento se define la salud ambiental como “el área de las ciencias que trata la interacción y los efectos que, para la salud humana, representa el medio en el que habitan las personas”. El concepto de salud ambiental ha evolucionado pasando de un enfoque de riesgo a uno de determinación social de la salud, liderado por el Minambiente. Para poner a disposición de la ciudadanía los avances en el tema, Suisa debe integrar la información sobre salud ambiental de tal manera que sea posible generar indicadores, datos, cifras confiables útiles en la toma de decisiones, vigilancia, control y seguimiento de estrategias de política.

El Ministerio de Salud y Protección Social, entidad clave en el tema de la salud ambiental, hace énfasis en áreas como entornos saludables, zoonosis, cambio climático, amén de las consideradas tradicionales que tienen que ver con la contaminación del agua y el aire, la degradación del suelo, los desastres naturales, entre otras, cuyos daños ambientales generan en el país costos anuales superiores a los de otros países con niveles de ingreso similar.

En 2012, el Banco Mundial realizó un estudio denominado “Salud Ambiental en Colombia: Evaluación Económica de los Efectos en Salud”, en el que estimó que las muertes prematuras e incapacidad generada por contaminación del aire urbano, contaminación intradomiciliar por el uso de combustibles fósiles y por la contaminación del agua le cuestan al país el 2 % del PIB anual. Posteriormente, durante 2016, el DNP estimó que los costos en salud asociados con la contaminación del aire urbano, la contaminación del aire interior y las deficiencias en la cobertura de agua potable, saneamiento básico e higiene, le cuestan al país \$20,7 billones de pesos, lo cual equivale al 2,6 % del PIB del año 2015.

Más allá de las consecuencias que resultan de una baja calidad ambiental que a su vez incide en una deficiente salud de la población, el problema que busca solucionar este programa está asociado con los hábitos y estilos de vida de los pobladores en los diferentes territorios, así como de las actividades económicas que allí tienen lugar. En ese sentido, la necesidad se refiere a promover investigaciones transdisciplinarias, intersectoriales y que involucren al ciudadano para prevenir más que para remediar.

Una educación desde la cuna hasta la tumba --al decir del premio Nobel de literatura, Gabriel García Márquez--, permitiría entender que la intervención del ambiente trae consecuencias no solamente a los ecosistemas, sino también a la población en general y por tanto genera impacto en la salud pública. Es necesario que todos los sectores de la ciudadanía sean conscientes de los efectos que producen sus actos en los territorios donde habitan para lo cual su conocimiento histórico sobre la dinámica de dichos territorios complementa el conocimiento generado por la comunidad científica, entre otros actores involucrados en los procesos.

El escaso talento humano y el déficit en insumos técnicos y laboratorios adecuados fue otro de los llamados del Conpes. Este campo ha venido evolucionando con los años, pero aún falta invertir en recurso humano, en estudios y en infraestructura técnica y tecnológica como lo ha demostrado la pandemia de 2020. La ciencia de la salud ambiental exige personal capacitado en áreas como la toxicología, análisis de riesgos, epidemiología, química, biología, física, genética, bioquímica, nutrición, biotecnología, entre otras.

La inclusión de las zoonosis en este programa no podía quedar por fuera del Penia, por la importancia actual. Será necesario coordinar con el “Programa Nacional Integral e Integrado de Zoonosis” del Ministerio de Salud del año 2016 y con la “Organización mundial de Salud Animal”.

a. Alcance del programa:

El programa debe promover ecosistemas saludables, y desarrollar estrategias que promuevan y mejoren las condiciones de vida y el buen vivir de las comunidades, así como aquellas que desde escenarios multiactores incidan en una mejor gestión del territorio, promoviendo la educación ambiental, el monitoreo, la medición, la evaluación y las acciones de concientización, control y manejo del ambiente.

Así mismo, teniendo como base el Suisa, este programa deberá tener a disposición de los tomadores de decisión y de la ciudadanía en general información de base veraz y oportuna sobre los impactos y modelos de prevención de fácil acceso. Dichos datos promoverán la interpretación e interpelación por distintas ramas del conocimiento, instituciones y sectores de la ciudadanía.

Con la evidencia surgida de los estudios que realice la comunidad científica será posible incidir en las políticas públicas relacionadas con una sola salud: la de los ciudadanos que se ve afectada por causas ambientales, al igual que el efecto de la intervención humana en la calidad de los ecosistemas y su biodiversidad y priorizar la investigación hacia la prevención.

Las investigaciones deberán reconocer la importancia del uso de la vida silvestre para las comunidades locales y proponer estrategias para regular, gestionar y monitorear la cosecha y uso de los productos de la vida silvestre para asegurar su legalidad y evaluar el posible riesgo sanitario.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Qué conocimiento científico se requiere para descontaminar el ambiente o prevenir que se contamine?
- ¿Qué conocimiento se requiere para disminuir el riesgo de contraer enfermedades producidas por acción de los cambios en el ambiente o consumos de fauna o flora silvestre?
- ¿Cómo lograr investigación colaborativa e interdisciplinaria para reducir las consecuencias de la contaminación ambiental?
- ¿Cómo lograr valorar los conocimientos locales frente a los entornos saludables y la prevención de enfermedades?
- ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación en los ámbitos rural y urbano?
- ¿Qué estrategias o acciones vigentes, promueven la descontaminación ambiental?
- ¿Cuál es el resultado de eficiencia de todas las políticas y espacios creados para trabajar este tema en el país?

c. Líneas de investigación:

1. Origen de las enfermedades zoonóticas, epidemias y enfermedades tropicales

Si bien desde el campo de la salud se destacan las investigaciones que se adelantan en este tipo de enfermedades, esta línea propone una aproximación desde un enfoque ambiental que complementa el conocimiento y promueva el diálogo entre diferentes disciplinas, dado que aun es necesario estudiar la interacción entre fauna silvestre y seres humanos, e identificar su relación con la degradación ambiental. Es necesario realizar estudios sobre enfermedades zoonóticas, epidemias, intoxicaciones por toxinas producidas por organismos del fitoplancton en zonas costeras y enfermedades tropicales, en articulación con instituciones del área de la salud.

2. Planeación, gestión y saneamiento ambiental territorial y comunitaria

Esta línea busca prevenir situaciones que se presentan en el medioambiente e inciden en la salud huma-

na, provengan de la actividad humana, de los efectos de las especies que conforman la biodiversidad o de la formación geológica de la región, entre otras. Propone identificar los factores de riesgo para la prevención y la vigilancia de especies con potencial pandémico y profundizar en las causas y consecuencias de ciertas circunstancias ambientales que amenazan la integridad, bienestar y salud humanas. Esta línea propone además adquirir un mayor conocimiento sobre las relaciones del ser humano con el hábitat donde actúa, en sincronía con las medidas que sobre el territorio tienen incidencia a nivel local, regional, nacional e internacional.

3. Métodos para la medición de la contaminación y técnicas para minimizar tanto los elementos contaminantes, como los efectos sobre la salud humana y sobre los ecosistemas

Línea que promueve el uso de herramientas e instrumentos para obtener información veraz sobre los efectos de los diferentes contaminantes y generar políticas públicas y acciones al respecto. Implica la evaluación, monitoreo y manejo de elementos tóxicos de alta peligrosidad, de residuos contaminantes y otros desechos de la producción agropecuaria, farmacéutica, entre otros.

4. Salud de los ecosistemas

Monitoreo permanente de la salud y calidad ambientales de los ecosistemas.

d. Resultados esperados:

- 1.** Se adoptan medidas y prácticas que reducen riesgos y previenen brotes, epidemias y pandemias por causas provenientes del ambiente.
- 2.** Mayor conocimiento de las zoonosis potenciales o reales.
- 3.** Se abordan transdisciplinariamente eventos de interés en salud pública, relacionados con factores ambientales, incluyendo las floraciones de algas toxicogénicas.
- 4.** Mayor conocimiento sobre la carga ambiental de las enfermedades prioritarias en salud pública.
- 5.** Una red de información Suisa con datos en tiempo real, útiles y de fácil acceso a los diferentes sectores de la población.
- 6.** Generar conocimiento sobre prácticas culturales que generan entornos saludables y sostenibles.
- 7.** Se produce una cartografía de zonas vulnerables a contaminación y contaminadas para el ordenamiento ambiental.

6.6. Programa 6. Construcción de territorios sostenibles

En Colombia la ocupación del territorio se ha caracterizado por presentarse situaciones de uso inadecuado

de los suelos, un manejo y aprovechamiento inapropiado de los ecosistemas y sus servicios, y grandes desequilibrios sociales y económicos. Todo ello conduce a la existencia de conflictos socioecológicos y a una insostenibilidad ambiental generalizada, situación que se ha intentado remediar con planes de ordenamiento territorial poco eficaces, en muchos casos por escaso conocimiento de las dinámicas particulares de los territorios o por la presencia de intereses disímiles que confluyen en los mismos. Además, los actuales asentamientos humanos presentan espacios con deficiencias y persisten desequilibrios en las relaciones urbano rurales y urbano regionales.

Basados en los estudios del Instituto Humboldt, los principales procesos de cambio del territorio, con incidencia directa en la biodiversidad y en la conservación y el aprovechamiento de la misma, se explican por varios factores, entre ellos la transformación de áreas silvestres, principalmente en los humedales, y en las áreas protegidas o en los territorios étnicos aunque en menor escala, los denominados paisajes rurales campesinos donde se desarrollan actividades productivas agropecuarias familiares con un importante nivel de extracción de recursos naturales, los paisajes ganaderos bovinos, los paisajes agroindustriales y los paisajes degradados, áreas de desarrollo minero y energético y centros urbanos e integración en sistemas regionales, que, por su ubicación geográfica y su relación con la ocupación y transformación de los ecosistemas, atraviesan e interactúan con todas las Transiciones Socioecológicas hacia la Sostenibilidad (TSS) del país, y finalmente la 'rururbanización', la tendencia creciente a vivir con estilo urbano en el medio rural.

Aunque los sistemas urbanos ocupan solo el 4 % de la superficie terrestre (UNFPA, 2007) la demanda de recursos generados por más de la mitad de la población que vive en ellos ejerce una mayor presión sobre los ecosistemas.

Importa también destacar que los problemas ambientales más importantes de la ciudad, además de los relacionados con su "huella ecológica", se refieren a la habitabilidad, la movilidad, el espacio público, los modelos arquitectónicos y urbanísticos, la estructura ecológica principal, la producción de residuos sólidos y aguas residuales, la contaminación en diversas formas, los consumos y las relaciones ciudad -campo, entre otros.

Sin embargo, como bien lo anota el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA, 2007), la urbanización es inevitable, pero también puede ser un hecho positivo: "Si las ciudades generan problemas para el medio ambiente, también contienen soluciones. Los posibles beneficios de la urbanización compensan en gran medida las desventajas".

En general, las deficiencias y las fallas de estos procesos constituyen retos para lograr que el desarrollo del país, con sus diversas formas de ocupación, sea

sostenible y les permita a los pobladores un buen vivir. Además, por la naturaleza de estos procesos, no es posible hacer la dicotomía entre ciudad y campo, sino que es indispensable mirar el territorio de una manera integral.

Estos grandes desafíos en la conformación de los territorios implican establecer criterios y metodologías para: 1) definir la delimitación de los territorios para efectos de investigación ambiental; 2) reconocer las influencias mutuas entre lo urbano y lo rural y las respectivas transiciones espaciales y comprender los problemas propios tanto de lo urbano como de lo rural; 3) orientar a las entidades territoriales municipales y a las AAU para que concertadamente planteen modelos de ocupación más sostenibles que contemplen directrices específicas para el desarrollo del suelo suburbano en municipios y/o regiones con tendencia a la suburbanización.

A lo anterior se agrega que está pendiente trabajar en el cumplimiento del mandato constitucional de la Política General de Ordenamiento Territorial, en el cual el componente ambiental tiene una indiscutible importancia.

a. Alcance del programa

Adelantar las investigaciones para promover territorios sostenibles, mediante la recomendación de metodologías, técnicas, normas y criterios para la formulación de planes de ordenamiento y demás intervenciones que conduzcan al diseño de modelos de ocupación territorial más sostenibles y equilibrados, un adecuado uso del suelo y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, el logro de una simbiosis entre la dotación natural y las dinámicas socioeconómicas, con el reconocimiento de la diversidad territorial y cultural y la promoción de vínculos urbano rurales y urbano regionales adecuados. Con base en los resultados de este programa se pretende un mejor entendimiento de las transformaciones socioecológicas, una mayor gobernanza en los territorios y un menor riesgo ambiental y de desastres.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Cómo redefinir y gestionar las relaciones urbano rurales y urbano regionales para construir territorios sostenibles?
- ¿Cómo redefinir el papel de los determinantes ambientales para el ordenamiento territorial de tal manera que sean elementos que orienten y articulen los modelos territoriales regionales y locales hacia la sostenibilidad?
- ¿Cómo aporta el entendimiento de las transformaciones socioecológicas a la gestión territorial?
- ¿Cómo los conocimientos tradicionales, ancestrales y locales logran territorios sostenibles?

- ¿Cómo a partir de la armonización entre la biodiversidad y el desarrollo urbano se consolidará el sistema de ciudades en Colombia?

c. Líneas de investigación:

1. Metodologías y estrategias para orientar las relaciones urbano rurales y urbano regionales

Diseñar metodologías para orientar las relaciones urbano rurales y urbano regionales en el marco de modelos de ocupación sostenibles, teniendo en cuenta la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como elementos estructurantes, así como la armonización conceptual y operativa entre los diversos instrumentos que intervienen en la gestión territorial, como los Planes de Ordenamiento Territorial POT, los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Pomca), los Planes de Desarrollo, los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras (Pomiuc) y el sistema de ciudades (DNP), entre otros. Dichas estrategias podrían contemplar el establecimiento de parámetros y requerimientos para la definición y orientación de la ocupación del territorio en diversas escalas: territorial (local, regional o nacional) y en ámbitos de gestión de la biodiversidad (cuencas, climas, actividades antrópicas, entre otras).

2. Iniciativa de Biodiverciudades

Implementar acciones en las ciudades colombianas con el fin que tanto la sociedad civil como los gobiernos locales reconozcan, prioricen e integren la biodiversidad y sus beneficios como herramienta de un desarrollo armónico con sus ecosistemas bajo criterios de sostenibilidad e innovación, y que integren armónicamente en su planificación urbana y desarrollo económico y social, el patrimonio natural, con lo cual se transite hacia espacios urbanos incluyentes y neutros en carbono.

3. Estudios piloto de ocupación territorial

Adelantar estudios piloto sobre la ocupación territorial en Colombia y en países de condiciones similares, que permitan determinar los aspectos positivos y negativos de los diversos modelos de cara a identificar particularidades y elementos en común que permitan definir estrategias innovadoras desde la gestión territorial hacia la sostenibilidad ambiental.

4. Criterios en procesos de urbanización

Definir criterios para evaluar y orientar los procesos de urbanización y diseño urbano de tal manera que se garantice un hábitat adecuado y un aprovechamiento sostenible de la dotación natural.

5. Observatorio de la Ocupación Territorial

Promover la creación y funcionamiento del Observatorio de la Ocupación Territorial para el monitoreo y

análisis de los cambios en los patrones de uso y ocupación, del estado de los ecosistemas y de la gobernanza, dentro del marco del Sistema de Información Ambiental de Colombia.

6. Relaciones culturales en el manejo territorial

Promover las prácticas sostenibles de las comunidades locales frente a sus territorios, para generar marcos novedosos y participativos en la sostenibilidad ambiental.

d. Resultados esperados:

- 1.** Estrategias para orientar modelos de ocupación territorial urbano rural y urbano regional sostenible.
- 2.** Estudios y proyectos basados en la integración de la biodiversidad en el desarrollo urbano con lo cual se consoliden biodiversidades en las diversas regiones de Colombia.
- 3.** Estudios y propuesta de normas y acciones de ordenamiento territorial y otras intervenciones públicas, privadas y comunitarias que promuevan procesos de transición territorial hacia la sostenibilidad.
- 4.** Estrategias para definir criterios que orienten procesos de urbanización y diseño urbano ambientalmente sostenibles.
- 5.** Estrategias socioecosistémicas, regionales, locales para el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental.
- 6.** Observatorio de la ocupación territorial.

6.7. Programa 7 Apropiación social del conocimiento (ASC) para una gobernanza ambiental

De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la gobernanza es una de las áreas más importantes para garantizar la sostenibilidad y conservación del patrimonio natural en el largo plazo. La forma como los grupos humanos eligen qué gobernar y cómo hacerlo, particularmente en términos de los ecosistemas y recursos naturales, tiene consecuencias profundas en la calidad de vida de la población y la sostenibilidad de las economías. La gobernanza ambiental implica un enfoque socioecosistémico, intersectorial, que promueve la construcción colectiva hacia una planeación estratégica de los territorios e involucra a todos aquellos actores que de una u otra forma participan de la gobernanza como un proceso de carácter situado y reflexivo. Se puede afirmar que la relación entre las nociones de conflictos socioambientales y gobernanza es sumamente estrecha.

Los conflictos socioambientales, como manifestaciones públicas de contradicciones, tensiones y/o controversias en torno a la gestión de territorios, son una clara muestra del tipo de interacciones que individuos, colectivos, instituciones y sector privado pueden establecer en el marco de los procesos de gobernanza. Esto quiere

decir que la gobernanza, por tratarse de procesos y estructuras para la toma de decisiones tiene dos formas complementarias de operar: a través de la acción coordinada y consensuada de los actores, y mediante procesos de conflictividad. El conflicto es parte constitutiva de las interacciones y arreglos socio-ecológicos (espaciales, institucionales, culturales, técnicos y económicos) para la toma de decisiones sobre la gestión de un territorio.

En la gestión de dichos territorios convergen disensos y consensos en torno al uso, apropiación y distribución de los ecosistemas, sus servicios, y del propio territorio. Los análisis de las dimensiones del diálogo sugieren un enfoque diferencial orientado a mejorar los procesos de participación para construir escenarios de diálogo que permitan un manejo de los conflictos socioambientales tendiente a mejorar la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables y a reducir los impactos de los problemas ambientales que subyacen.

Es necesario que los proyectos de investigación que se realicen bajo este programa incluyan de manera horizontal y transversal comunidades locales, sector privado, comunidad científica y tomadores de decisión, para que los resultados sean incluyentes, democráticos y participativos, en todas las direcciones. En este sentido surge la necesidad de pensar mecanismos pedagógicos y comunicativos alternativos, que faciliten tanto el diálogo de saberes como el acceso y apropiación a la información y al conocimiento.

Colombia necesita mejorar su gobernanza ambiental en los escenarios que correspondan, incluyendo la valoración de otros sistemas de conocimiento tales como los saberes locales, así como de otros modos de hacer ciencia, como la ciencia ciudadana y la ciencia participativa, que se articulen al conocimiento científico, de tal manera que haya una mirada integradora y holística de la investigación ambiental en el país

La apropiación social del conocimiento (ASC) es fundamental para la gobernanza ambiental. En los últimos años, ejercicios de ASC han promovido la participación activa de los actores en los territorios en un marco de respeto y confianza, con información oportuna y completa, en una situación dada, y con objetivos comunes, principalmente para debatir y buscar soluciones sobre temas de interés colectivo.

El concepto de apropiación social del conocimiento es cada vez más exigente y no se limita a 'informar' o 'socializar' el conocimiento nuevo resultado de las investigaciones realizadas por los institutos y la comunidad científica ambiental. Es un proceso que convoca a los ciudadanos a dialogar e intercambiar saberes, conocimientos y experiencias, promoviendo entornos de confianza, equidad e inclusión para transformar sus realidades y generar bienestar social, de acuerdo con los Lineamientos para la Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2020).

Son tres los elementos que caracterizan la ASC: 1) El reconocimiento efectivo del diálogo de saberes como componente fundamental del conocimiento; 2) la implementación de una pedagogía crítica y reflexiva sobre contextos específicos que impacten los intereses y movilizaciones de los sectores sociales; y 3) la investigación-acción participativa en el marco de dichos contextos, buscando la aplicabilidad de los saberes y conocimientos a las preocupaciones y procesos sociales tendientes a la sostenibilidad de los territorios.

Por su parte, los instrumentos de participación deben incorporar habilidades blandas como empatía y pensamiento crítico, entre otras, para poder entender al otro, trazar estrategias de diálogo y manejo de los conflictos socio-ambientales y promover la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales.

Es fundamental promover el reconocimiento de los conocimientos locales en la investigación sobre los ecosistemas, lo que implica protegerlos, reconocerlos y valorarlos, a través de su articulación con el conocimiento científico, para la conservación, el uso, el manejo sostenible y la recuperación de los hábitats.

Lograr una adecuada apropiación social del conocimiento fortalece los procesos de toma de decisión de los distintos actores, teniendo en cuenta los contextos propios de cada territorio. Así, el trabajo inter y transdisciplinario, se constituyen como elementos centrales para la gestión integral ambiental. Por esta razón la investigación en el tema de gobernanza ambiental, así como en apropiación social del conocimiento, es vital para una gestión adecuada de los ecosistemas y de las contribuciones de la naturaleza para las personas.

a. Alcance del programa:

El programa busca analizar y comprender la gobernanza ambiental de los diferentes territorios con el fin de generar conocimiento e información que aporte a la transformación de los conflictos socioambientales hacia la sostenibilidad. Ello supone la generación de insumos de carácter interdisciplinario, transdisciplinario y multinivel que consideren las particularidades socioambientales de los territorios, los asentamientos y sus habitantes.

A través de estrategias de investigación-acción participativa, el programa contribuirá a analizar y comprender los mecanismos de apropiación social del conocimiento y de la gobernanza ambiental de los diferentes territorios con el fin de generar herramientas, técnicas y guías de trabajo aplicables por parte de la institucionalidad ambiental y por los colectivos ciudadanos en la toma de decisiones de tal forma que contribuyan a transformar positivamente los conflictos socioambientales, así como a hacer un uso sostenible del territorio.

Este programa aprovecha las estrategias de la educación ambiental, la celebración de alianzas interinsti-

tucionales, el acompañamiento a instrumentos de planeación y de política pública territoriales en educación ambiental, el desarrollo de espacios de diálogo ambiental, gestión del riesgo de desastres, la incorporación del enfoque diferencial (territorial, étnico, de género y etario), para consolidar la conceptualización de la ASC. En estos procesos tanto academia como el sector empresarial y las comunidades que habitan los territorios deben estar incluidos e involucrarse en el diálogo para llegar a consensos que beneficien a todos los actores.

b. Preguntas orientadoras:

- ¿Cómo proponer mecanismos de construcción de conocimiento que permitan reducir las asimetrías entre grupos sociales y faciliten la toma de decisiones?
- ¿Qué papel tienen los saberes locales en el manejo de los problemas y los conflictos socioambientales?
- ¿Cómo construir sistemas de información participativos que permitan el libre acceso y la apropiación del conocimiento?
- ¿Qué tipo de estrategias pedagógicas son necesarias para construir conocimientos que integren saberes locales y saberes externos?
- Desde el punto de vista de la investigación científica, ¿cómo generar arreglos socio-ambientales y socio-ecológicos orientados hacia la sostenibilidad de los territorios, en el marco de la transformación positiva de los conflictos socio-ambientales?
- ¿Cómo interactúan y se organizan los diferentes grupos de interés en el territorio?
- ¿Cómo aplicar la ASC de la ciencia en el tema ambiental entre los distintos actores en los territorios?
- ¿Cómo promover una investigación científica de co-construcción, más cercana a los distintos actores sociales, a las necesidades, potencialidades y contextos territoriales?
- ¿Cómo construir una investigación colaborativa e interdisciplinaria para impulsar acuerdos sociales por el territorio que contribuyan a generar transiciones hacia escenarios de sostenibilidad en los territorios?
- ¿Cómo fortalecer la investigación científica como componente de una gobernanza ambiental más abierta, democrática, participativa, dinámica y menos centralizada en la institucionalidad?
- ¿Cómo lograr la circularidad de la información y el conocimiento entre los diferentes actores en un territorio determinado?
- ¿Cómo los conflictos en el territorio visibilizan las necesidades ambientales objeto de posible estudio?

c. Líneas de investigación:

1. Gestión de conocimiento en gobernanza ambiental

Realizar análisis de problemáticas desde los enfoques de políticas públicas e identificar lineamientos, estrategias y actores que contribuyan al fortalecimiento de la gobernanza ambiental en el territorio.

2. Dinámicas de los conflictos socio-ambientales

Bajo esta línea se espera conocer las causas, efectos y actores involucrados en los diferentes conflictos relacionados con situaciones ambientales que se presentan en las regiones del país a través de la identificación y monitoreo de conflictos socioambientales (degradación, deforestación, minería ilegal, comercio y tráfico ilegal de vida silvestre, entre otros)

3. Estrategias de ASC para la gobernanza ambiental

Esta línea permitirá construir e implementar estrategias metodológicas de diálogo de saberes, comunicación para el cambio, comunicación científica, pedagogía e investigación-acción participativa para la gobernanza de los territorios.

4. Impacto de actividades de investigación ambiental articulada entre actores

Línea que identifica y estudia las formas de relacionamiento entre los distintos conocimientos de diferentes actores frente a un ecosistema o territorio y muestra diferentes modos de convivir, de tomar decisiones y de lograr consensos con base en la participación.

5. Metodologías e instrumentos de participación social formal e informal para una gobernanza ambiental

Esta línea define métodos y herramientas que promueven la participación de las comunidades y de los distintos actores del territorio y la transferencia de tecnología con el fin de construir o fortalecer procesos de gobernanza ambiental teniendo en cuenta enfoques territoriales y diferenciales que incluyen espacios colaborativos transnacionales para fortalecer la capacidad técnica y operativa de las regiones.

6. Modelos de indicadores para medir gobernanza ambiental y ASC

Con base en el estudio de diferentes experiencias, esta línea propone criterios para la medición y caracterización de la gobernanza ambiental y los impactos de la apropiación social del conocimiento.

7. Gestión de información para la gobernanza

Esta línea busca identificar las formas como se informan los sectores de la sociedad y responder con información útil, pertinente y oportuna para cada uno de ellos de acuerdo con las características encontra-

das. Incluye estudios en gestión de información, gestión del conocimiento, comunicación y apropiación social de la ciencia que garanticen una información confiable, comprensible y responda a las necesidades de la sociedad.

d. Resultados esperados:

- 1.** Una investigación científica que reconozca los escenarios de conflicto socioambiental y permita poner a prueba los métodos participativos necesarios para los esquemas de gobernanza deseados.
- 2.** Generación y apropiación de insumos (metodologías, herramientas e indicadores) producidos por los diferentes actores de carácter transdisciplinario y multinivel que consideren las particularidades socio-ambientales de los territorios, los asentamientos y sus habitantes.
- 3.** Desarrollo de metodologías de caracterización, análisis y transformación positiva de los conflictos socio-ambientales desde un enfoque de política pública.
- 4.** Fortalecimiento de la apropiación social del conocimiento en el sector ambiental, con una investigación científica que contribuya a la consolidación de una gobernanza ambiental que aporte a impulsar transiciones consensuadas hacia la sostenibilidad de los territorios.
- 5.** Programas de investigación comunitaria sobre el territorio y su componente cultural para una investigación científica que integre sistemas de conocimiento de pueblos y comunidades indígenas, negros, afrodescendientes, palenqueros, raizales, Rom, campesinas y locales, reconozca y fortalezca los conocimientos existentes en los territorios que van en armonía con la sostenibilidad ambiental.

6.8. Programa 8 Gestión integral de la información ambiental en Colombia

La información ambiental es la base para la gestión en el territorio. Esta debe ser actualizada, interoperable, disponible y de calidad, así como accesible, útil y entendible para toda la comunidad, independientemente de su rol.

El país cuenta con el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) que es la red de sistemas del orden nacional que debe consolidar e integrar los datos e información en lo regional y local. Cuenta además, entre otros, con los sistemas de Información en Biodiversidad (SiB Colombia), Información Ambiental Marino-Costera (SIAM), Información Forestal (SNIF), Información de Calidad del Aire (Sisaire), Información del Recurso Hídrico (SIRH), Información de Salud Ambiental (Suisa), los sistemas de Información Ambiental Territorial (SIAT), y los sistemas locales sobre jurisdicción de las autoridades ambientales. Los cinco institutos de investigación del Minambiente es-

tán a cargo del manejo, coordinación y operación de los sistemas, de acuerdo con sus áreas específicas, en coordinación con las corporaciones, las cuales apoyan la gestión de la información del sistema a nivel regional, junto con los entes territoriales.

La gestión de la información ha tenido limitantes debido a la escasa investigación en el campo ambiental, como también a causa de la necesidad de metodologías y herramientas dinámicas, ágiles, robustas y oportunas, recurso humano calificado en ciencias de datos, bioinformática y estadística, y una adecuada articulación institucional en las regiones. Se debe avanzar hacia la total interoperabilidad de estos sistemas, e incluir “actores, políticas, procesos y tecnologías en el manejo de la información ambiental para facilitar la generación de conocimiento, tomar decisiones, educación y participación social para el desarrollo sostenible”. (SIAC, s.f.)

Además, la investigación de datos en el país va más dirigida a la analítica descriptiva y diagnóstica, lo cual responde a preguntas sobre eventos ocurridos y sus causas, pero es necesario identificar tendencias y patrones para alcanzar los niveles predictivos y prescriptivos.

Igualmente, es importante el fortalecimiento de las capacidades del talento humano para 1) la generación de datos y productos de información y 2) el uso, interpretación y análisis de la información disponible en las diferentes plataformas.

Para concluir, la gestión de la información ambiental debe permitir la construcción de estadísticas, modelos e indicadores, como herramienta para realizar monitoreo, análisis y evaluaciones acertadas y pertinentes, que permitan la toma de decisiones para la transformación de los territorios, propiciando nuevos enfoques y dando soporte al estudio de los complejos sistemas que conforman el territorio colombiano. Además, se requiere de estrategias de comunicación de la información al público en general, que faciliten el uso de este recurso para sus decisiones diarias. Se busca además medir el grado de incidencia de los datos en la toma de decisiones a nivel local, regional, nacional e internacional para la formulación de políticas y el desarrollo ambiental, económico y social del país.

Alcance del programa:

Este programa plantea diferentes aspectos para la gestión de la información, como es la consolidación de los procesos actuales de producción de datos e información en los diferentes ámbitos geográficos a nivel nacional y regional, el fortalecimiento, estandarización, sistematización, análisis y divulgación de información y sus productos, una política de gestión de la información y el desarrollo de plataformas en línea. Se busca además incursionar en la ciencia y analítica

de datos e información ambientales, para la modelación, simulaciones, generación de escenarios prospectivos y tendenciales, entender las dinámicas y funcionamiento de los sistemas complejos, así como las principales características de los temas ambientales.

A partir de estas consideraciones, el programa busca fortalecer la gestión de la información ambiental, mediante la aplicación de la ciencia de datos y la informática de los componentes ambientales en un sistema de información articulado de manera interinstitucional y territorial, con otros sistemas de información nacionales e internacionales, que ofrezca estadísticas ambientales oficiales. Y facilitar la recolección, sistematización y análisis de información ambiental de calidad, pertinente, confiable y útil, constante y oportuna, como una herramienta de apoyo para los procesos de investigación ambiental, y para el seguimiento, monitoreo y evaluación, teniendo en cuenta las particularidades de las regiones, así como la comprensión de la acción de los sectores económicos y su efecto sobre el medio ambiente.

a. Preguntas orientadoras para la investigación:

- ¿Cuáles deben ser las reglas o política que facilite la gestión de la información ambiental y garantice su oferta, calidad, oportunidad y acceso?
- ¿Cómo lograr un Sistema de Información Ambiental (SIAC) que opere como una red de sistemas de información ambiental incluyente, coordinado y transversal, que integre lo nacional, regional y local?
- ¿Cómo lograr que el SIAC ofrezca información ambiental estratégica de manera oportuna, rigurosa y completa para los territorios del país?
- ¿Cómo lograr un Sistema Nacional de Indicadores Ambientales práctico, útil y coherente con las políticas y planes de las cuentas ambientales a nivel nacional e internacional?
- ¿Cómo contribuir de manera efectiva en la gestión ambiental del territorio con información y herramientas para su análisis y modelación, como soporte a la toma de decisiones informadas?
- ¿Cuáles estrategias deben desarrollarse y aplicarse para que la población conozca y use la información ambiental del país?
- ¿Cómo recopilar, sintetizar, interpretar e informar de manera útil los datos ambientales del país para desarrollar una comprensión más profunda de las oportunidades, desafíos científicos y tecnológicos a partir de la gestión de la información ambiental en Colombia?

- ¿Cómo generar información para que la sociedad la utilice en la toma de decisiones?
- ¿Cómo lograr que la ciencia participativa se incluya en las plataformas de información?
- ¿Qué predicciones o modelamientos se deben generar para la articulación y toma de decisiones interinstitucionales en el sector ambiental?
- ¿Qué temas se deben priorizar para la formulación y aplicación de políticas y estrategias del sector ambiental?

b. Líneas de investigación:

1. Plataformas interoperables

Desarrollo y operación de plataformas interoperables que facilitan la integración de datos entre los diferentes sistemas de información ambiental, por temas (biodiversidad, suelos, clima, agua, servicios ecosistémicos, uso de recursos naturales, entre otros) o ámbitos geográficos como los SIAT¹³ o los SIARL¹⁴. Así mismo, que permitan el uso y aplicación de nuevas herramientas de análisis, modelación, divulgación y apropiación de la información, los datos y los productos de información en tiempo real, como apoyo a la toma de decisiones informadas en aspectos ambientales sobre el territorio.

2. Acceso a la información

Estudios de disponibilidad de la información ambiental oportuna y en diferentes formatos para los ciudadanos con tecnologías apropiadas para la participación social y la atención de conflictos socioambientales.

3. Generación de indicadores para la toma de decisiones

Diseño de un sistema de indicadores para medir el impacto de la información ambiental.

4. Métodos de interpretación de los datos

Desarrollos y aplicación de algoritmos para re-escalar y transformar la información de distintas fuentes y formatos en un solo estándar, integrar o fusionar

datos para producir conjuntos de datos coherentes y de mejor estimación.

5. Información en tiempo real

Monitoreo y alertas en tiempo real sobre cambios en los ecosistemas (deforestación, incendios, derrumbes, eventos extremos de cambio climático).

c. Resultados esperados

- 1.** Sistemas de información con datos útiles, oportunos y de calidad, basados en evidencia, asequibles y adecuados a los diferentes actores del territorio.
- 2.** El SIAC como una red de sistemas de información ambiental interoperable, como soporte o contribuyendo a la toma de decisiones en el territorio.
- 3.** Un conjunto de protocolos, estándares y metodologías para la producción, análisis y divulgación de la información ambiental, como parte de la política de gestión de información ambiental del país.
- 4.** Un sistema de monitoreo ambiental, como parte del SIAC, con información actualizada, de calidad certificada y disponible, en temas y procesos fundamentales para el desarrollo sostenible del país, sus regiones y sus territorios locales.
- 5.** La infraestructura de datos ambientales -IDA- como parte de la infraestructura colombiana de datos espaciales ICDE.
- 6.** Conjunto de plataformas y herramientas en línea, de análisis, modelación y toma de decisiones, con base en el conocimiento e información ambiental del territorio y la participación ciudadana.
- 7.** Redes humanas fortalecidas generando datos e información ambiental de alta calidad y capacitadas en el uso y potencialización de las plataformas informáticas establecidas.

¹³ DSIAT: Sistema de Información Ambiental territorial, como el de Amazonia SIAT-AC o el del Pacífico SIAT-PC

¹⁴ SIARL: Sistema de Información Ambiental Local, como el de las autoridades Ambientales.



7. Seguimiento y evaluación

7.1. Consideraciones generales

Según el Decreto 2370 de 2009 “los mecanismos de seguimiento y evaluación son los instrumentos para evidenciar el avance e impacto de los resultados de la implementación de los programas estratégicos de Investigación Ambiental. El sistema de seguimiento y evaluación se articulará con los que se han venido desarrollando para tal propósito en las autoridades ambientales”. Los Planes Institucionales Cuatrienales de Investigación Ambiental (Picia), que realizan cada uno de los cinco institutos de investigación, definen las metas e indicadores para el seguimiento y evaluación de las líneas de investigación del Penia específicas para cada Picia (ver art. 10-dec 2370).

El Penia deberá evaluarse en forma general con dos instrumentos principales:

a. Instrumento de evaluación de la implementación: mediante el cual se conozca, con cierta periodicidad, el desarrollo general de los Programas Estratégicos del Plan.

b. Instrumento de evaluación de resultados: mediante el cual se determinen los resultados concernientes a cada línea de investigación y la incorporación a la gestión ambiental pública o privada de los conocimientos y recomendaciones arrojados por las investigaciones.

7.2 Articulación con las políticas vigentes

Con el fin de asegurar programas estratégicos que estén alineados con los intereses nacionales, la construcción de este Penia 2021-2030 ha tenido en cuenta la articulación con las diferentes políticas ambientales del país, entre ellas las siguientes:

- Política Nacional de Cambio Climático 2017 en el Programa Estratégico 1, Cambio climático y gestión del riesgo.
- Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia en el Programa Estratégico 2, Océanos y costas sostenibles y resilientes.
- Política nacional de gestión integral del recurso hídrico en el Programa Estratégico 3, Agua, ecosistemas acuáticos y territorio.
- Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Pngibse) en el Programa Estratégico 4, Biodiversidad, bienestar y sostenibilidad.
- Conpes 3550 de 2008 “Lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química” en el Programa Estratégico 5, Salud y calidad ambientales.
- Conpes 3934 de 2018- Política de Crecimiento Verde en el Programa Estratégico 6, Construcción de territorios sostenibles.

- Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento en el Programa Estratégico 7, Apropiación social del conocimiento para la gobernanza ambiental.
- Ley 99 de 1993, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Plan Estadístico Nacional (PEN) 2017-2022 para todos los programas.

Igualmente, se debe hacer una continua actualización y articulación con las políticas del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

7.3 Incorporación del Penia a los Picia

El Penia es la carta de navegación estratégica de la investigación ambiental en el país en la medida en que define aquellos programas y líneas de investigación que se consideran de mayor interés en el mediano y largo plazos para fortalecer la investigación y generar conocimiento orientado a solventar las necesidades o solucionar los principales problemas ambientales de las diferentes regiones.

Bajo esta premisa se espera que los institutos y demás instituciones del SINA, incorporen estos programas y líneas de acuerdo con sus labores misionales y sus capacidades institucionales.

Si se tiene en cuenta que ya han sido formulados y adoptados los Picia para el período 2018 - 2022, de conformidad con el Penia anterior, es necesario definir la forma en que los nuevos programas y líneas de este Plan se deben incorporar, mediante el ajuste de los Picia actuales. Para ello se propone que cada instituto seleccione aquellos programas y líneas de investigación que desarrollará acorde con sus capacidades, de tal forma que se garantice un alto grado de cumplimiento. Para aquellos programas o líneas en los cuales se encuentren limitaciones institucionales, es recomendable promover su adopción, en forma directa o de manera cooperativa, con otras instituciones públicas o privadas.

En otras palabras, todas las líneas del Picia deben articularse dentro de los programas del Penia, más no es necesario que coincidan nominalmente con las líneas allí establecidas, de tal manera que se respeten los intereses específicos de cada instituto, al tiempo que se posibilite el monitoreo y la aplicación de los instrumentos de evaluación para medir el cumplimiento del Penia y sus resultados.

7.4 Coordinación

Si bien desde que fueron creados, cada uno de los cinco institutos tiene su propio sistema de gobierno y son autónomos, sus directores le rinden cuen-

tas a la Asamblea y las Juntas directivas son las encargadas de hacer seguimiento al desarrollo de las actividades de funcionamiento y de investigación que realizan, para orientar las tareas de seguimiento y evaluación del Penia se propone crear un Comité de Coordinación, cuyas bases iniciales serían las siguientes:

- Promover la ejecución del Plan y la articulación entre los diferentes actores.
- Velar por el cumplimiento de sus programas y líneas.
- Apoyar la consecución de recursos financieros y técnicos y proponer incentivos para ampliar y consolidar la investigación.
- Promover la comunicación entre las diferentes instancias implicadas en el desarrollo del Plan.
- Revisar los informes institucionales y de información a la opinión pública.
- Coordinar la realización de un evento académico a nivel nacional cada dos años para la presentación de resultados del Penia.
- Hacer los ajustes y las evaluaciones que sean necesarias.
- Establecer sus mecanismos de operación y ajustar las funciones que se requieran.

El Comité de Coordinación estará conformado por dos representantes del Minambiente y cinco representantes de los institutos de investigación del SINA, un representante de las CAR, un representante de las autoridades ambientales urbanas, un representante del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y un representante de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En este último caso, en su condición de organismo consultivo del gobierno nacional.

El Comité podrá tener como invitados representantes de otros ministerios, de los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENI), de las universidades y expertos internacionales.

La Secretaría Técnica estará a cargo del Minambiente, liderada por el despacho del Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio y con el apoyo de la Oficina Asesora de Planeación. Se reunirá en forma ordinaria cada seis meses y en forma extraordinaria por convocatoria de la Secretaría Técnica o por petición de tres de sus miembros.

Este Comité operará en forma especial durante los meses de diciembre de 2020 y enero de 2021, para definir y adoptar su reglamento y plan de trabajo.

7.5 Cambios normativos

Acorde a la nueva formulación del Penia se realizará un análisis de la normativa actual, Decreto 2370 del 2009, que permita hacer los ajustes pertinentes para su implementación. Para esto, se evaluará la temporalidad del Plan, los actores involucrados, la forma-

lización del Comité de Coordinación del Penia y los instrumentos de evaluación y seguimiento.

7.6 Estrategias para la implementación

Con el fin de realizar una adecuada implementación de los programas estratégicos y sus líneas de investigación es importante promover una serie de estrategias que promuevan la investigación de los actores del SINA. A continuación, se nombran algunas de las estrategias mencionadas por los participantes en los talleres regionales, los talleres temáticos y las encuestas.

a. Capacidades para la investigación

Aunque se evidencia un alto número de grupos de investigación científica en temas ambientales, es necesario nivelar las capacidades de investigación en Colombia de tal manera que esta no se concentre en unas pocas ciudades del país y que se fortalezcan en los territorios. En cuanto a la gestión interinstitucional, se requiere descentralizar las entidades que hacen investigación y gestión en los territorios para promover una mayor participación a nivel local y regional.

Adicionalmente, el establecimiento de redes de investigación, el acompañamiento a los planificadores y gestores en la elaboración de preguntas que permitan resolver los conflictos socio-ambientales y la construcción de respuestas efectivas y pertinentes contribuyen a tener una institucionalidad pública local fortalecida, con derechos y obligaciones, que propenda por la protección y mejoramiento de las condiciones ambientales del país, a la vez que transmite información a la sociedad para recuperar los servicios ecosistémicos a nivel local.

A escala de los institutos del SINA, en términos generales es importante el desarrollo de la capacidad institucional, el contar con los recursos financieros y tecnológicos adecuados, y el mantener una planta de personal científico actualizada y con las más altas calidades y contar con espacios de cooperación y articulación entre las entidades del SINA, con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y con entidades internacionales. Igualmente, es necesario construir herramientas de forma interdisciplinar para la gestión de la investigación e incrementar el talento humano de alto nivel y el trabajo con las comunidades. Igualmente, se deben tener las capacidades para generar información sobre temas transversales como la articulación, la gobernanza y la territorialidad.

En las CAR y en las demás entidades del SINA que no tienen dentro de su misionalidad temas relacionados con generación de conocimiento e investigación es necesario fortalecer la cultura investigativa e invertir recursos para realizar investigación ambiental.

Cabe aclarar que la descentralización no implica perder la visión integral del país y debe permitir un

análisis más amplio y comparativo para poder aportar a las soluciones.

b. Articulación y cooperación entre actores

Bajo la premisa de que “la unión hace la fuerza” se deben promover los mecanismos para que durante la implementación de los programas estratégicos del Penia, la investigación se desarrolle de manera articulada entre los institutos, las CAR y las AAU, y se puedan crear puentes entre los diferentes ministerios relacionados con temáticas ambientales.

Para lograr una articulación eficiente es necesaria una mirada regional e integral de los territorios y tomar acciones para construir, de manera participativa e incluyente, instituciones más confiables; por ello, la investigación debe incluir todos los aspectos bióticos y abióticos del territorio y las relaciones con y entre sus habitantes, así como canales de comunicación que permitan transferir la información, herramientas y conocimientos a las comunidades. También se deben construir estrategias diferenciadas enfocadas a generar información comprensible, útil y al alcance de los diferentes actores.

Esta articulación incluye al sector académico, a los diferentes sectores productivos y a las entidades públicas y privadas, debe asegurar que la transferencia de los resultados prácticos de la investigación sea pertinente para la comunidad, que resuelva los problemas socio-ambientales prioritarios y que se de en tiempo real. Igualmente, es importante crear los mecanismos para que el resultado de los programas estratégicos aporte a las transformaciones curriculares de los programas académicos en educación superior.

A nivel de las CAR, además de la articulación de sus procesos de investigación con los Entes Territoriales y los institutos del SINA, deberían incentivar o promover alianzas con el sector privado y las universidades para desarrollar investigaciones conjuntas. Adicionalmente, promover la publicación y divulgación de las investigaciones para garantizar la transferencia de conocimientos y continuidad de la investigación.

Lo anterior, contribuye a la generación de soluciones en red, nichos de investigación y experimentación, cambios transformativos y “clusters” que promueven la apertura hacia la cooperación internacional.

c. Financiación

Teniendo en cuenta que el Penia busca priorizar aquellas investigaciones de cobertura nacional, el Minambiente dará prioridad, tanto en la asignación de recursos como en las gestiones que se adelanten para su consecución, a los proyectos de investigación correspondientes a los programas del Penia.

Para cumplir con este mandato el Minambiente creará programas de financiación que fomenten la

colaboración y buscará sinergias entre los diferentes actores, lo cual implica revisar las formas de asignación de recursos y de relacionamiento y formular una política de articulación para financiación de proyectos interinstitucionales e interdisciplinarios.

Igualmente debe pensarse en potenciar la investigación colaborativa a nivel global, ya que el país debe tener más participación en iniciativas multilaterales. Las asociaciones público-privadas permiten lograr acuerdos para alcanzar la sostenibilidad y aumentar la competitividad para la obtención de fondos internacionales que están disponibles para países megadiversos como Colombia.

Esta articulación intersectorial (Empresa-Estado-Academia) permite priorizar los escenarios de investigación para generar soluciones basadas en la naturaleza y crear programas de fomento a la investigación, a partir de fuentes de cooperación internacional y del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del sistema de regalías.

Para los institutos del SINA, se requiere mejorar la capacidad de investigación y financiación, mediante alianzas interinstitucionales, fortalecimiento de la capacidad de gestión y la creación de redes de investigación. Para lo cual se deberán realizar convocatorias de investigación a nivel nacional que permitan la articulación de los diferentes actores, con un carácter regional y con la participación de las comunidades locales.

Por lo tanto, se debe empezar a trabajar desde la correcta apropiación de la ciencia, tecnología e innovación para que se cree cada vez más la concientización y presión social sobre mayores recursos de las distintas fuentes hacia la investigación.

7.7. Estrategias de seguimiento y evaluación

Para el cumplimiento de la función de evaluación y seguimiento atribuida al Comité de Coordinación se deberán señalar las pautas para establecer los mecanismos de medición del avance en la implementación del Penia.

Para ello, es necesario revisar cómo se implementan cada uno de los programas y líneas de investigación, acorde a la formulación del Picia de cada instituto, y analizar cómo los resultados de la investigación aportan a las políticas de planeación y gestión ambiental, lo cual incluye la recolección sistemática de la información generada en el marco de la investigación y su aplicación.

Es recomendable que cada instituto realice un ejercicio de articulación de sus herramientas continuas de evaluación y seguimiento ante sus órganos de gobierno. Esto permitirá una mayor apropiación del Penia, eficiencia en la medición y revisiones anuales en cada instituto que podrán aportar a la evaluación conjunta posterior por parte del Comité de Coordinación.

7.7.1. Instrumento de evaluación de la implementación

Para hacer la evaluación a la implementación se proponen las siguientes variables generales para cada uno de los programas estratégicos del Penia, las cuales deberán ser revisadas y ajustadas por el Comité de Coordinación y deberá establecerse la periodicidad para la recopilación de información. Teniendo en cuenta la misión de cada institución, se recomienda escoger una o más variables de cada una de las siguientes tipologías: Proyectos, Producción científica y técnica, Recursos financieros, Alianzas o convenios, Participación de actores regionales y Capacidades. Se propone determinar al menos seis variables para cada uno de los institutos.

Estas variables se deberán reflejar en una matriz de seguimiento, mediante la cual se determinará periódicamente el grado de cumplimiento frente a metas previamente establecidas por el Comité de Coordinación. Igualmente, las variables escogidas para la medición de la implementación se deberán articular con la batería de indicadores de resultado con el fin de tener una visión más sistémica de los logros del Penia.

7.7.1.1. Tipologías

Según proyectos:

- Número de proyectos de investigación gestionados por cada instituto
- Número de proyectos de investigación con otros institutos del SINA
- Número de proyectos de investigación con CAR y AAU
- Número de proyectos de investigación que involucren a la comunidad
- Número de proyectos de investigación con el sector privado
- Número de proyectos de investigación con el sector público, diferente a las CAR y AAU
- Número de proyectos de investigación con otros actores (Universidades, entidades territoriales, ONG, entre otros)

Según producción científica y técnica:

- Número de publicaciones realizadas por los institutos (libros, boletines, manuales, guías, protocolos)
- Número de artículos científicos publicados
- Número de contenidos en multimedia y virtuales
- Número de conceptos técnicos emitidos
- Número de proyectos en los que participa la empresa privada y los entes territoriales
- Número de invenciones, patentes, prototipos o innovaciones obtenidas.

Según recursos financieros:

- Cantidad de recursos ejecutados por línea de investigación
- Cantidad de recursos ejecutados según fuente de financiación (Nación, Regalías, Internacional, privados, entes territoriales)
- Cantidad de recursos ejecutados en alianza con otras entidades del SINA

Según alianzas o convenios:

- Número de alianzas o convenios con cooperantes internacionales para la realización de proyectos o iniciativas de investigación ambiental
- Número de alianzas o convenios con el sector privado y/o gremios para la realización de proyectos o iniciativas de investigación ambiental
- Número de alianzas o convenios con universidades o instituciones académicas o de investigación nacionales e internacionales
- Número de alianzas o convenios con la sociedad civil
- Número de alianzas o convenios con entidades nacionales
- Número de alianzas o convenios con entidades internacionales

Según la participación de actores regionales:

- Cantidad de entes territoriales, instituciones del sector privado, gremios, cooperantes, ONG y ciudadanía en general involucrados o articulados a proyectos o iniciativas de investigación en las regiones
- Número de empleos generados en la comunidad para el desarrollo de esos proyectos

Según capacidades:

- Número total de investigadores que participan en los proyectos, indicando el nivel de formación (maestría, doctorado)
- Número de laboratorios
- Número total de grupos de investigación reconocidos en las instituciones
- Número de subsistemas de información enlazados al SIAC
- Número de estaciones de monitoreo

7.7.2. Instrumento de evaluación de resultados

Con el fin de realizar la evaluación del aporte de los resultados de investigación, se propone que el Comité de Coordinación determine a partir de la línea base, en el primer año y para cada línea de investigación, las metas y los indicadores necesarios para su medición, para lo cual podrá adoptar los indicadores establecidos para el Sncti.

Adicionalmente, se requiere de un evaluación cualitativa que permita revisar a fondo cómo la interacción de los diferentes factores y actores aporta a las transformaciones propuestas o a las soluciones requeridas.

En todo caso, se deberá medir la incorporación de los resultados de las investigaciones (recomendaciones, técnicas, metodologías, prototipos, etc.) en programas de trabajo, acciones, actividades, productos y servicios de las instituciones o empresas vinculadas a los temas ambientales.

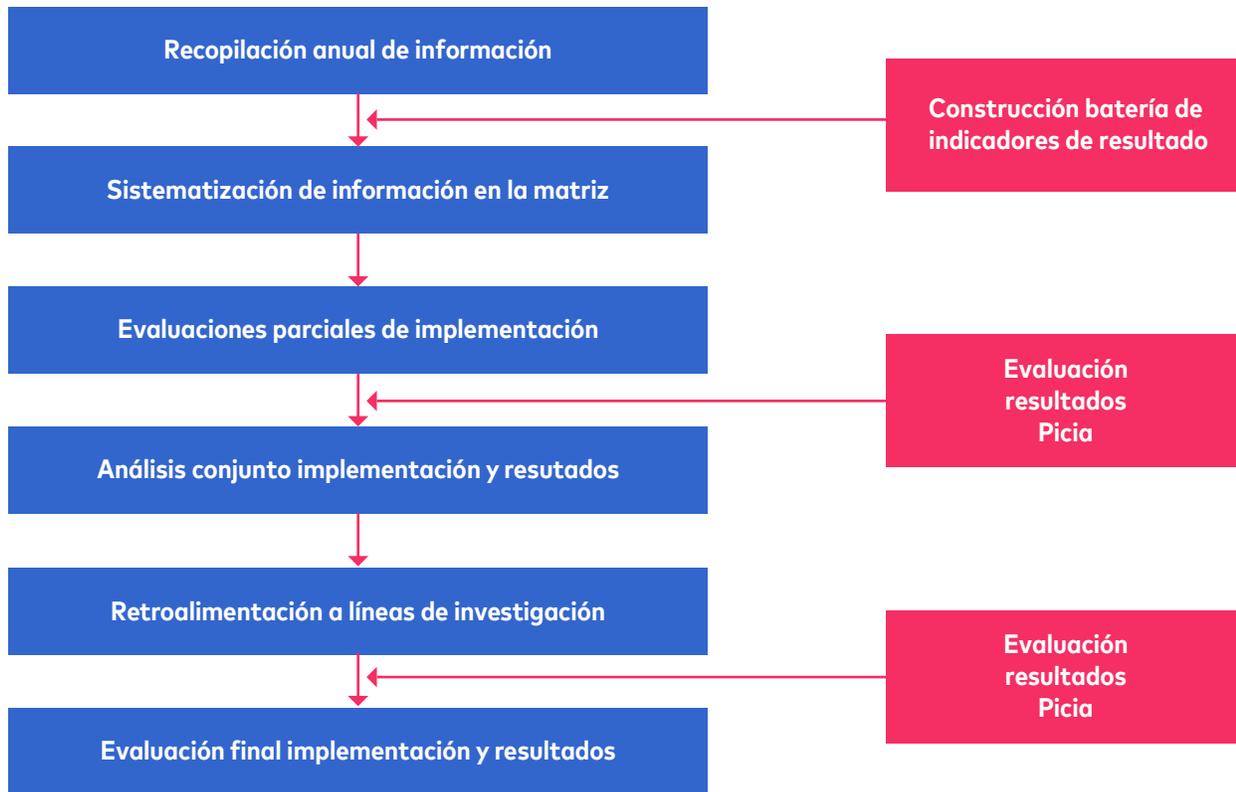


Figura 1. Esquema general de evaluación y seguimiento en el que se muestra la articulación de los dos instrumentos, para la evaluación conjunta de la implementación o gestión de los programas estratégicos y la evaluación de los resultados de las líneas de investigación del Penia, a lo largo de los 10 años.

Para revisar el cumplimiento de los Programas estratégicos del Penia se proponen al menos dos evaluaciones parciales a los 2 y 6 años, acorde con la ejecución de los Picia, las cuales permitirán examinar la evolución de la implementación, los resultados de los programas, las experiencias exitosas, las posibles fallas en la implementación y los ajustes que deben hacerse para mejorar su pertinencia y eficiencia. Con el concurso de expertos en la materia, el Comité hará una evaluación y actualización de programas o líneas de investigación, si las condiciones han cambiado y se considera conveniente recoger nuevas inquietudes.

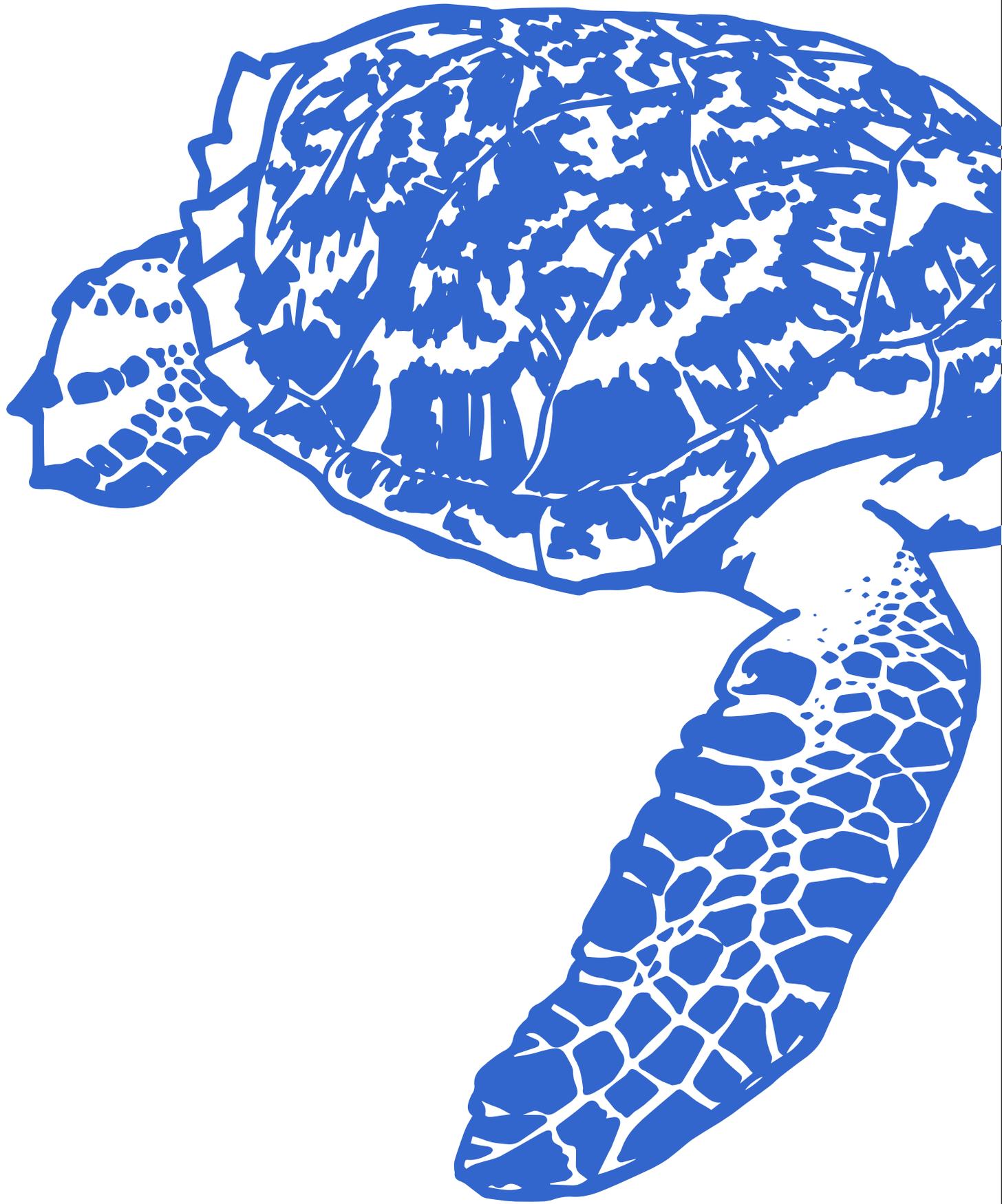
Al cabo de los 10 años se sugiere una evaluación final, que correspondería con los resultados del ter-

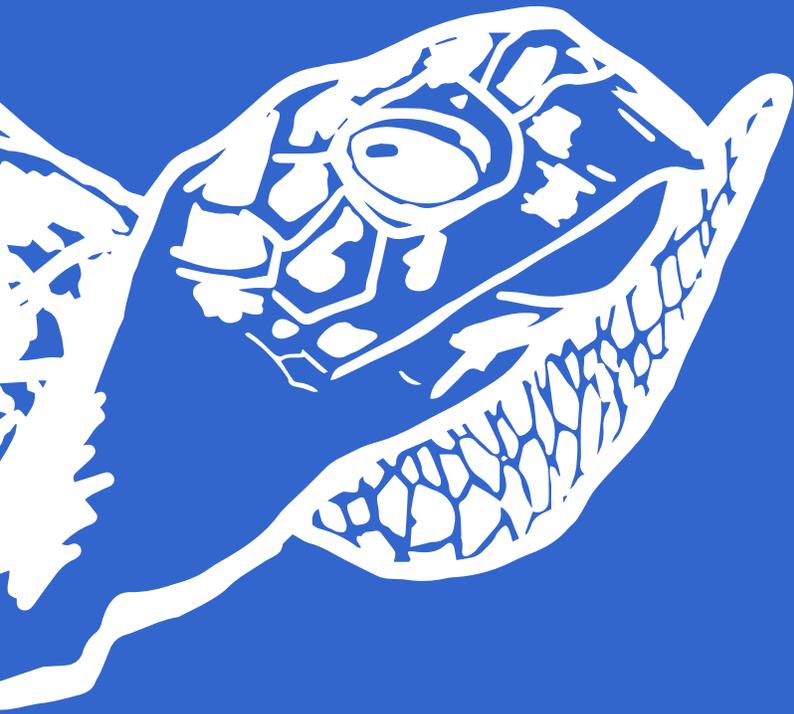
cer Picia, que permita conocer y divulgar los efectos directos que se originaron en el sector mediante la gestión de este plan.

Para la implementación del Penia a partir de su publicación, se indican, a continuación, las acciones que componen el plan general:

1. Determinación del equipo técnico encargado del seguimiento y evaluación del Penia.
2. Construcción conjunta de la matriz de estrategias y líneas de acción, metas, indicadores, mecanismos, responsables, tiempos para los informes.
3. Determinación de necesidades para llevar a cabo el proceso.

4. Definición de la estructura de los informes.
5. Determinación de la información requerida y las fuentes de verificación para el seguimiento y periodicidad: la proveen los institutos de acuerdo con el avance realizado en la implementación del Penia, en línea con la ejecución de los Picia.
6. Definición del cronograma específico para las evaluaciones parciales y final: a los 2 años, 6 años y 10 años.
7. Determinación del mecanismo específico y tiempos de retroalimentación de acuerdo con los resultados de la evaluación.
8. Formular y poner en marcha un plan de divulgación y promoción del Penia de tal manera que se logre el mayor concurso de las entidades del SINA y de las demás organizaciones vinculadas a la investigación y a los temas ambientales.
9. Promover las gestiones para obtener cooperación internacional.





Glosario

Actor social

De manera general, el término hace referencia a grupos sociales, empresas o instituciones de gobierno, movimientos, partidos políticos, iglesias, gremios, agencias de cooperación, agencias multilaterales, entre otros, con conciencia de identidad propia, portadores de valores, que actúan con arreglo a fines o propósitos comunes en la esfera pública.

Autoridad competente¹⁵

Se entiende como toda institución pública que ejerce los poderes, la autoridad y las funciones en materia de acceso a la información, incluyendo a los órganos, organismos o entidades independientes o autónomos de propiedad del Estado o controlados por él, que actúen por facultades otorgadas por la Constitución o por otras leyes, y, cuando corresponda, a las organizaciones privadas, en la medida en que reciban fondos o beneficios públicos directa o indirectamente o que desempeñen funciones y servicios públicos, pero exclusivamente en lo referido a los fondos o beneficios públicos recibidos o a las funciones y servicios públicos desempeñados.

Biodiversidad

De acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica- CBD, la biodiversidad se define como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Naciones Unidas, 1992, pp. 5-6). Pero la biodiversidad también se refiere a la manera en que las diferentes especies interactúan entre sí, con el aire, el agua y el suelo que las rodean y con los seres humanos. Más que un conjunto de genes, especies, ecosistemas o paisajes, la biodiversidad es una compleja red de relaciones y procesos ecológicos que generan beneficios fundamentales para el bienestar de la sociedad. Este bienestar se expresa en condiciones de alimentación, salud, seguridad y beneficios materiales que se traducen en libertad de elección y autonomía y que constituyen las bases de la identidad cultural, la economía y la organización sociopolítica de los pueblos y naciones. (Instituto Alexander von Humboldt, 2015).

Bioeconomía¹⁶

Economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos pro-

ductos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación. (Biointropic, 2018).

Bioprospección

Búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y otros productos que poseen un valor económico actual o potencial, y que se encuentran en los componentes de la diversidad biológica. (Duarte, 2016).

Biotecnología

La Biotecnología se define como un área multidisciplinaria, que emplea la biología, química y procesos varios, con gran uso en agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, ciencias forestales y medicina. (Centro de Biotecnología, s.f.).

La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos. (Naciones Unidas, 1992).

Capital natural

Entendido como el acervo de activos naturales.

Carbono azul (CA)

Carbono acumulado en manglares, marismas y pastos marinos, en el suelo, la biomasa aérea viva (hojas, ramas, tallos), la biomasa subterránea viva (raíces) y la biomasa muerta (detritus y madera muerta)”, Blue Carbon Initiative (Conservación Internacional, 2019). Carbono azul es el conjunto de las existencias de carbono orgánico y sus flujos biológicamente mediados que son capturados y almacenados por los organismos vegetales de los ecosistemas marino-costeros. Este implica tanto el carbono almacenado en las biomasa vegetales como en los sedimentos que sirven de sustrato para las plantas características del respectivo ecosistema de carbono azul, tales como pastos marinos, manglares y marismas.

Clima

Es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del estado del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar o región dados, y controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la

¹⁵ Concepto basado en el Acuerdo de Escazú.

¹⁶ Tomado del Marco Conceptual de la Política de Crecimiento Verde. (DNP, 2018, pp. 26-27)

interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera). (IDEAM, s.f.).

Conflictos socioambientales (CSA)

Confrontación social, económica y política entre diferentes actores sociales (públicos y privados, locales, nacionales e internacionales) que surge por la existencia de diversos intereses relacionados con el uso, manejo, aprovechamiento, exploración, explotación, conservación, protección, administración o afectación de los recursos y del ambiente. Ocasionada por la asimetría y desigualdades sociales (subordinación, injusticia u omisión) que causan perjuicios y transforman territorios y medios de vida, usualmente, se expresa a través de movilizaciones de las comunidades locales o movimientos sociales, que pueden incluir el apoyo de redes nacionales o internacionales, en contra de actividades económicas particulares y de los impactos ambientales que generan reclamaciones en torno a los derechos de participar en la toma de decisiones, el reconocimiento de visiones alternativas del mundo y la forma de entender el desarrollo. (Rodríguez, 2016).

Derechos de acceso¹⁷

Se entiende el derecho de acceso a la información ambiental, el derecho a la participación pública en los procesos de toma de decisiones en asuntos ambientales y el derecho al acceso a la justicia en asuntos ambientales.

Economía forestal

Economía basada en el aprovechamiento sostenible del bosque nativo, incluyendo los productos no maderables, y plantaciones forestales. (DNP, 2018).

Generación de energías renovables no convencionales

Fuentes no convencionales de energías renovables: son aquellos recursos de energía renovable que son ambientalmente sostenibles, que incluyen la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. (Ley 1715 de 2014)¹⁸.

Gobernanza

Escenario deseable en donde los distintos actores pueden incidir en la toma de decisiones en el territorio

sobre criterios de sostenibilidad ambiental y de transformación social.

Información ambiental

Se entiende cualquier información escrita, visual, sonora, electrónica o registrada en cualquier otro formato, relativa al medio ambiente y sus elementos y a los recursos naturales, incluyendo aquella que esté relacionada con los riesgos ambientales y los posibles impactos adversos asociados que afecten o puedan afectar el medio ambiente y la salud, así como la relacionada con la protección y la gestión ambientales.

Investigación ambiental

Para efectos de este Plan se entiende por investigación ambiental la aplicación de los métodos científicos formales, físicos y sociales, para el conocimiento en un territorio determinado, de las características y las consecuencias de las relaciones entre el conjunto de los elementos bióticos y abióticos con los grupos humanos de cara a la sostenibilidad y a la construcción de una sociedad humana del buen vivir.

Justicia ambiental

El concepto de justicia ambiental tiene su origen en los EE. UU. tras las movilizaciones sociales de la población afroamericana, latina y asiática y de grupos pobres vulnerables que se consideran víctimas de discriminación por la desproporcionada afectación sufrida como consecuencia de los efectos ambientales de proyectos de desarrollo, por la contaminación industrial y por la disposición de desechos y residuos tóxicos a los que se exponían sus comunidades de manera desigual. El llamado a la justicia ambiental constituye un reclamo al derecho a un ambiente sano sin importar la raza, origen étnico o clase social y a participar en los procesos que afectan su entorno ambiental (su barrio, su casa, las escuelas de sus hijos, sus lugares de trabajo y las áreas públicas de sus comunidades) y a tener acceso a procesos judiciales donde resolver estas afectaciones. De manera más general, esta expresión se ha generalizado y adaptado a otros contextos en los que se exigen derechos de acceso y control de la biodiversidad y los territorios, a participar en las decisiones que los afectan y, específicamente, a tener acceso efectivo a la justicia en temas ambientales.

Negocios verdes y sostenibles

Son aquellos que contemplan actividades económicas en las que se ofrecen bienes o servicios que generan

¹⁷ Concepto basado en el Acuerdo de Escazú.

¹⁸ Tomado del Marco Conceptual de la Política de Crecimiento Verde. (DNP, 2018, pp. 26-27)

impactos ambientales positivos, al mismo tiempo que incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas, con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Parques industriales ecoeficientes

Los parques industriales son espacios geográficos donde diversas empresas se ubican, al estar conectados a la infraestructura logística (vías, fluviales o puertos), en zonas industriales y no de vivienda, para compartir infraestructura o para acceder a un régimen tributario favorable (zonas francas).

Participación

Enfoque necesario para la construcción de esquemas de gobernanza, fundamentado en el diálogo de saberes, la democratización del ejercicio del poder y el reconocimiento de la otredad. Contempla estrategias metodológicas propias de la comunicación para el cambio, la pedagogía y de la investigación acción participativa que faciliten la apropiación social del conocimiento como mecanismo resultante del proceso participativo en su conjunto.

Personas o grupos en situación de vulnerabilidad

Se entiende aquellas personas o grupos que encuentran especiales dificultades para ejercer con plenitud los derechos de acceso reconocidos en el presente Acuerdo, por las circunstancias o condiciones que se entiendan en el contexto nacional de cada Parte y de conformidad con sus obligaciones internacionales.

Público²⁰

Se entiende una o varias personas físicas o jurídicas y las asociaciones, organizaciones o grupos constituidos por esas personas, que son nacionales o que están sujetos a la jurisdicción nacional del Estado Parte.

Recursos naturales

Bienes de origen natural, que no se encuentran alterados por la actividad humana, de los cuales las sociedades se valen mediante su aprovechamiento/explotación para su sustento o para lograr su bienestar

y desarrollo. Comúnmente se han dividido entre los renovables y los no renovables, aunque más recientemente esa diferenciación se ha puesto en cuestión e incluso en algunos contextos el concepto mismo ha caído en desuso por ser restrictivo y por derivar en concepciones utilitaristas que los asumen de manera aislada, olvidando las relaciones ecológicas que subyacen a su existencia. A diferencia de una aproximación ecológica integral, una visión “recursista” da origen a normas e instituciones que plantean la posibilidad de orientar su “administración” de manera fraccionada (por recursos).

Servicios ecosistémicos

El concepto procede de una metáfora de las ciencias económicas que los ecosistemas brindan servicios a la sociedad que pueden ser clasificados al menos en tres categorías: servicios de regulación, servicios de provisión y servicios culturales. (Instituto Alexander von Humboldt, 2015)

Soluciones basadas en la naturaleza

Son un nuevo concepto que abarca a todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres.

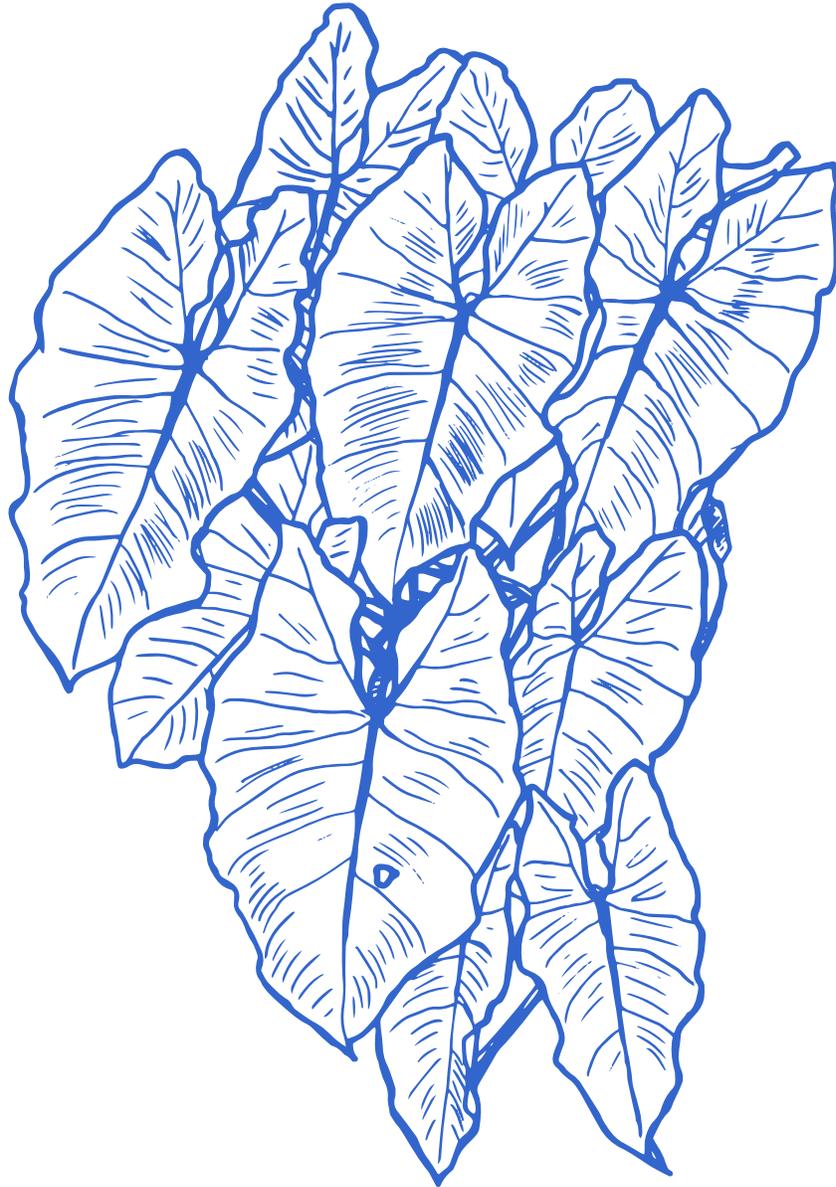
Transiciones socio-ecológicas hacia la sostenibilidad

Procesos en los que se oriente el cambio, diferente a preservar o desarrollar. son una aproximación hacia una teoría de cambio: orientar el relacionamiento con los territorios hacia situaciones más sostenibles. Se debe empezar a hablar ese lenguaje para dejar de hablar de una investigación que cree que, mediante la acumulación de datos, información y conocimiento de especies, se está aportando. La noción de transiciones socio-ecológicas implica que se debe entender la trayectoria de cambio, los riesgos que hay en ella, y se modelen y traten de interpretar hacia donde irían las tendencias, o cómo se podría intervenir en distintos escenarios. Esa noción dinámica habría que traducirla en modelos de intervención, en escenarios, y a partir de ellos construir algo real.

La noción de transiciones lleva a un ejercicio de conversación, co-creación y de interpretación de trayectorias de transformación de los territorios.

²⁰ Concepto basado en el Acuerdo de Escazú.





Referencias

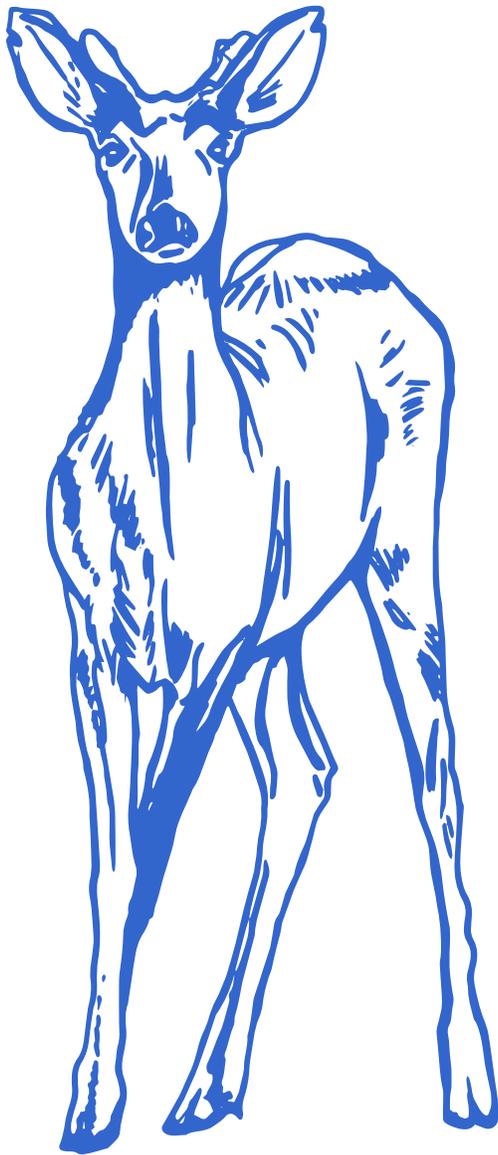
- Biointropic (2018). *ESTUDIO SOBRE BIOECONOMÍA COMO FUENTE DE NUEVAS INDUSTRIAS BASADAS EN EL CAPITAL NATURAL DE COLOMBIA*. No1240667. Fase I. ANEXO 2. Alcance del concepto de bioeconomía para Colombia. Universidad EAFIT, Science & Innovation Link Office (SILO). Enero 24 de 2018. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201/ANX2.%20Alcance%20concepto%20bioeconomia%20para%20Colombia.pdf>
- Centro de Biotecnología. (s.f.) ¿Qué es la Biotecnología? Disponible en <https://www.centrobiotecnologia.cl/comunidad/que-es-la-biotecnologia/>
- Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. (2020). Índice ODS 2019 para América Latina y el Caribe. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe*. Escazú, Costa Rica. Impreso en Naciones Unidas, Santiago. 4 de marzo de 2018. 42 p.
- Conservación Internacional. (2019). CARBONO AZUL. Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. Conservación Internacional, Duke University, Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, Instituto de Oceanología de la Academia Polaca de Ciencias (Eds.) Disponible en <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual-espanol>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2018). Documento CONPES 3918. "Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia". Colombia, 15 de marzo de 2018.
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad*. Bogotá D.C., Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2008). CONPES 3550 de 2008 "Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química", Colombia, 24 de noviembre de 2008.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Anexo B Marco Normativo relacionado con el Crecimiento Verde. In Documento CONPES 3934. *POLÍTICA DE CRECIMIENTO VERDE*. (p. 114). Colombia, (10 de julio de 2018).
- Duarte, O. (2016). *Bioprospección en Colombia*. Universidad Antonio Nariño. Bogotá. 13 de octubre de 2016. Disponible en https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/BioprospeccionC3%B3n%20en%20Colombia,%20Oscar%20Duarte.pdf
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*. Journal of Industrial Ecology.
- Fondo de Población de las Naciones Unidas. UNFPA. (2007). *Estado de la población mundial 2007: Liberar el Potencial del Crecimiento Urbano*. 1 Jun 2007.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). (2019). *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza. Resumen para responsables de políticas Resumen técnico Preguntas frecuentes*. Disponible en https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10050
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (s.f.). *Definición Clima*. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2015). *BIODIVERSIDAD Y BIENESTAR: ELEMENTOS DE REFLEXIÓN PARA LOS PARTIDOS POLÍTICOS*. Tapia, C.; Villa, C. M.; Hernández, A. M. eds. Bogotá, D. C. Colombia.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2018). *Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad: Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio colombiano*. Andrade G. I., M. E. Chaves, G. Corzo y C. Tapia (eds.). Bogotá. 220 p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (s.f.). *Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Resumen para Tomadores de Decisión - Borrador para comentarios*

de externos. Disponible en <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/rtd-v01062020-comentarios-externos.pdf>

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2018). *Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio colombiano*.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR. (2004). 3 LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia. Disponible en http://www.invevar.org.co/redcostera1/invevar/docs/EAM-C_2004/03CAM.pdf
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Ipbes). (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56pages. Disponible en <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- IOC-UNESCO. (2017). *Global Ocean Science Report - The current status of ocean science around the world*. L. Valdés et al. (eds), Paris, UNESCO Publishing. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000250428>
- Ley 1715 de 2014. "Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.", Congreso de la República de Colombia, 13 de mayo de 2014.
- Ley 99 de 1993. "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 disposiciones." Congreso de la República de Colombia, diciembre 1993.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desa-

rollo Territorial. Decreto 2370 de 2009. "Por el cual se determinan los Instrumentos de Planificación para Institutos de Investigación vinculados y adscritos al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial" (2009).

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. Bogotá D.C., Colombia.: Presidencia de la República. Disponible en http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%C-C%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Plan Nacional de Negocios Verdes*. Bogotá. El Ministerio, Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles. Colombia.
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*, Article 2. Disponible en <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- República de Colombia Ministerio del Medio Ambiente. Decreto 1600 de 1994. "Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental -SINA en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.", Colombia, 27 de julio de 1994.
- Rodríguez, G. A. (2016). *Los conflictos ambientales en Colombia y su incidencia en los territorios indígenas*. Series: Textos de Jurisprudencia. Edition: 1. Editorial Universidad del Rosario. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1ggjm9w>
- Sistema de Información Ambiental para Colombia - SIAC. (s.f.). *Definición Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)*. Disponible en http://www.siac.gov.co/siac_general
- Vicepresidencia de la República de Colombia. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Reflexiones y propuestas*. Volumen 1. Primera edición, 2020. Colección: Misión Internacional de Sabios 2019.



Bibliografía

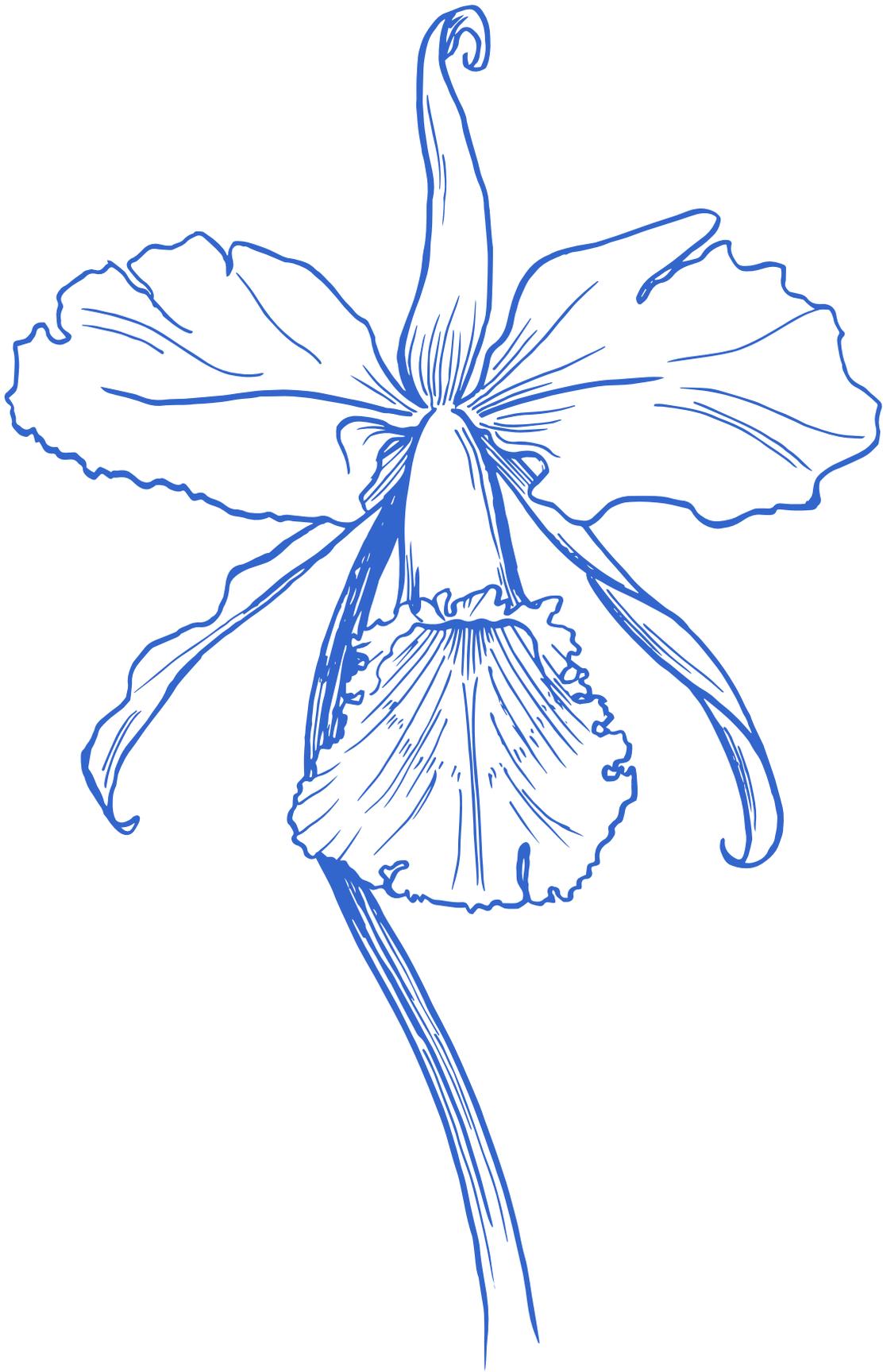
- Academia de la Innovación para la Sostenibilidad -AISO. (2018). Incentivos económicos para la gestión ambiental y el emprendimiento sostenible en Colombia. Disponible en <https://www.aiso.la/blog/incentivos-economicos-para-la-gestion-ambiental-y-el-emprendimiento-sostenible-en-colombia/>
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2017). *Municipio de Santiago de Cali Plan de Desarrollo 2016-2019 "Cali progresa contigo"*. Disponible en <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/154166/plan-de-desarrollo-municipal-2016-2019/>
- Andrade, G. I. (2019). *Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental (Picia) 2018-2022. CONOCIMIENTO PARA UN CAMBIO TRANSFORMATIVO*. Bogotá D.C., Colombia.
- Área Metropolitana del Valle del Aburrá. (2008). *Metrópoli: hacia la integración regional sostenible*. Antioquia, Colombia.
- Beuf, A. (2016). *Las centralidades urbanas como espacios concebidos: referentes técnicos e ideológicos de los modelos territoriales del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá (Colombia)*. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía.
- Carrión, Andrea y Acosta, M. E.-(coordinadoras). (2020). *Investigación aplicada sobre cambio climático: aportes para ciudades de América Latina*. (FLACSO Ecuador, Ed.).
- Carvajal, L. B. (2020). *Memorando. Propuesta de marco conceptual y plan de trabajo Pénia 2021 - 2030*. Bogotá.
- Carvajal, L. B. (n.d.). *Armonización Pénia-Picia*. Bogotá.
- Comisión Colombiana del Océano (2018). *"Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros - PNOEC"*. Bogotá, D.C., Colombia, Septiembre 2018.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe- CEPAL, (2007). *"Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe"*. División de Estadística y Proyecciones Económicas, Santiago de Chile, diciembre de 2007.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe- CEPAL, (2018). *"Acceso a la información, la participación y la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe: hacia el logro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible"* (LC/TS.2017/83), 2018.
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá -Corpoboyacá. (2016). *Plan de Acción 2016-2019, Corpoboyacá "Región Estratégica para la Sostenibilidad"*.
- Corporación Autónoma Regional de Caldas -Corpocaldas. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019 "Gestión ambiental por el desarrollo sostenible"*.
- Corporación Autónoma Regional de Chivor -Corpochivor. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019, Corpochivor "Territorio Agroambiental"*.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2016). *Plan de Acción Cuatrienal, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR 2016-2019*. Bogotá D.C., Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental -CORPONOR. (2016). *Plan de Acción 2016-2019, Corponor "Hacia un Norte Ambientalmente Sostenible, todos por el agua"*.
- Corporación Autónoma Regional de la Guajira -Corpoguajira. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016 - 2019*.
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia -Corporinoquia. (2016). *Plan de Acción 2016-2019*.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño -Corponariño. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019 "Conservamos por Naturaleza"*.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda -Carder. (2016). *Plan de Acción 2016-2019 "Risaralda Biodiversa, Sostenible y en Paz"*.
- Corporación Autónoma Regional de Santander -CAS. (2016). *Plan de Acción 2016-2019 "Responsabilidad Ambiental Compromiso de Todos"*.
- Corporación Autónoma Regional de Sucre -Carsucre. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019*.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena -CAM. (2016). *Plan Acción Institucional 2016-2019, Huila Resiliente Territorio de Paz*. Neiva.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico C.R.A. (2016). *Plan de Acción Cuatrienal 2016-2019*.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique -CARDIQUE. (2016). *Plan de Acción Institucional PAI de Cardique 2016-2019 "Ambiente para mejorar los Servicios Ecosistémicos"*. Cartagena de Indias D.T.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA.

- (2016). *Plan de Acción 2016-2019, Corantioquia Actúa "Por el patrimonio ambiental de nuestro Territorio."*
- Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019, "Agua para el Desarrollo Sostenible."*
 - Corporación Autónoma Regional del Guavio -Corpoguavio. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019, Corpoguavio Vive su Naturaleza.*
 - Corporación Autónoma Regional del Magdalena -Corpomag. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019 "Magdalena ambiental, compromiso de todos."*
 - Corporación Autónoma Regional del Quindío -CRQ. (2016). *Plan de Acción 2016-2019, "Quindío Verde un Plan Ambiental para la Paz."*
 - Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar -CSB. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019.*
 - Corporación Autónoma Regional del Tolima -CORTOLIMA. (2016). *Plan de Acción Cuatrienal 2016-2019, Cortolima "Agua para la Vida y el Desarrollo."*
 - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC. (2016). *Plan de Acción 2016-2019. "Hechos de Paz con la Naturaleza".* Santiago de Cali.
 - Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó -Codechocó. (2016). *Plan de Acción 2016-2019. "Gestión Ambiental con Enfoque Humano."*
 - Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga -CDMB. (2016). *Plan de Acción "Unidos por el Ambiente."* Bucaramanga.
 - Corporación Autónoma Regional Rionegro Nare -Cornare. (2016). *Plan de Acción Institucional Corporación Autónoma Regional Rionegro Nare Cornare 2016-2019 "El Hombre por la Naturaleza".* El Santuario.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge -Corpomojana. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016 – 2019.* San Marcos, Sucre.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina -CORALINA. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016 – 2019 "Un archipiélago posible", Coralina – Reserva de Biósfera Seaflower.*
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo especial la Macarena -CORMACARENA. (2016). *Plan de Acción 2016- 2019.*
 - Corporación para el desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico -CDA. (2016). *Plan de Acción 2016-2019 "Un buen ambiente para el Posconflicto."* Guainía, Guaviare, Vaupés.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonia Colombiana -Corpoamazonía. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016 – 2019 "Ambiente para la Paz."* Mocoa.
 - Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - Colciencias. (2018). *Libro Verde 2030: Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible.* Bogotá D.C., Colombia.
 - Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación – Colciencias. Dirección de Fomento a la Investigación. (2019). *Lineamientos para una Política en Ciencias Naturales y Ambientales - Foco Océanos y Recursos Hidrobiológicos, 2020 - 2030.* (Documento).
 - Departamento Administrativo de la Función Pública. Decreto 1076 de 2015. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", Colombia, 26 de mayo de 2015.
 - Departamento Administrativo de la Función Pública. Decreto 298 de 2016. "Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones", Colombia, 14 de febrero de 2016.
 - Departamento Administrativo de la Función Pública. Decreto 3572 de 2011. "Por el cual se crea una Unidad Administrativa Especial, se determinan sus objetivos, estructura y funciones.", Colombia, 27 de septiembre de 2011.
 - Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (2017). "Plan Estadístico Nacional 2017-2022." Bogotá, D.C. Disponible en <https://www.dane.gov.co/files/sen/PEN-2017-2022.pdf>
 - Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2010). Documento Conpes 3680 de 2010. *Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.* República de Colombia.
 - Departamento Nacional de Planeación - DNP. (n.d.). Las 20 metas del Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Metas-del-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022.aspx>

- Departamento Nacional de Planeación. (2004). CONPES 3305 de 2004, "Lineamientos para optimizar la política de desarrollo urbano", Bogotá, D.C., 23 de agosto de 2004.
- Departamento Nacional de Planeación. (2009). CONPES 2808 de 2009, "Lineamientos para la consolidación de la política de mejoramiento integral de barrios- MIB", Bogotá D.C., 24 de agosto de 2009.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). CONPES 3866 de 2016 "Política Nacional de Desarrollo Productivo", Colombia, 8 de agosto de 2016.
- Departamento Nacional de Planeación. (2017). CONPES 3886 de 2017, "Lineamientos de Política y Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales para la construcción de Paz", Bogotá, D.C., 8 de mayo de 2017.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). CONPES 3947 de 2018 "Estrategias de actuación y coordinación para reducir las afectaciones ante la eventual ocurrencia de un fenómeno de variabilidad climática: El Niño 2018 - 2019", Colombia, 29 de octubre de 2018. Disponible en <http://www.andi.com.co/Uploads/CONPES%203947.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). CONPES 3990 de 2020 "Colombia potencia bioceánica sostenible 2030", Bogotá, D.C., Colombia, 31 de marzo de 2020.
- Establecimiento Público Ambiental - EPA Cartagena. (2016). *Plan de Silvicultura Urbana*.
- Establecimiento Público Ambiental de Buenaventura -EPA Buenaventura. (2019). *Plan de Acción EPA 2019*.
- Etter A., Andrade A., Saavedra K., A. P. y P. A. (2017). *Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas*. Bogotá D.C., Colombia.
- Fundación Futuro Latinoamericano. (2013). *Transformación de Conflictos Socioambientales. Conceptos, análisis y diseño de una estrategia de intervención*.
- Global Education Monitoring Report Team. (2017). *Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo, 2016: La Educación al servicio de los pueblos y el planeta: creación de futuros sostenibles para todos*.
- Global Education Monitoring Report Team. (2020). *Global education monitoring report, 2020: Inclusion and education: all means all*.
- González, A. T. et al. (coordinadores). (2013). *Los retos de la gobernanza minero energética*. Bogotá.
- Grupo Banco Mundial. (2019). Medio ambiente. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview#1>
- Guhl, E., & Leyva, P. (2015). *La gestión ambiental en Colombia, 1994-2014: ¿un esfuerzo insostenible?* (Primera edición). Bogotá: Cima Gráfica. Disponible en <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/11555.pdf>
- Gutiérrez Reyes, F. (2015). *¿Desarrollo, desarrollo sostenible o vida territorial sostenible? Un aporte desde la geografía para un nuevo país*.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Corpoamazonia. (n.d.). Capítulo 4. Economía y Usos de la Biodiversidad.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2019). *Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Resumen para Tomadores de Decisión - Borrador para comentarios de externos*.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI. (n.d.). Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental Picia 2019 - 2022.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2020). *Boletín de detección temprana de deforestación: Cuarto trimestre de 2019*.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR. (n.d.). Programa de Valoración y Aprovechamiento de los Recursos Marinos y Costeros. Disponible en <http://www.invemar.org.co/descripcion-var>
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR. (2019). *Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental 2019-2022*.
- Jiménez, Francy Nelly; Restrepo, Alejandra María; Mulcúe, L. F. (2019). *Estado de la investigación en energía en Colombia: una mirada desde los grupos de investigación*, 17.
- Le Billon, P., & Duffy, R. (2018). *Conflict ecologies: Connecting political ecology and peace and conflict studies*. *Journal of Political Ecology*. <https://doi.org/10.2458/v25i1.22704>.
- Lederach, J. P. (2003). *Conflict Transformation*. En *Beyond Intractability*.
- Ley 165 de 1994. "Por medio de la cual se

- aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, Colombia, 9 de noviembre de 1994.
- Ley 1819 de 2016. “Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones”, Artículo 221. Congreso de la República de Colombia, 29 de diciembre de 2016.
 - Ley 1931 de 2018. “Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”. Congreso de la República de Colombia, 27 de julio de 2018.
 - Ley 1955 de 2019. “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”. Artículo 3. Congreso de la República de Colombia, 25 de mayo de 2019.
 - Ley 1964 de 2019. “Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”. Congreso de la República de Colombia, 11 de julio de 2019.
 - Ley 373 de 1997: “Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.” Congreso de la República de Colombia, 11 de junio 1997.
 - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL, Penia*. Bogotá.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2000). “Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia”. Bogotá, D.C., Colombia.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et. al. (2017). *Portafolio de bienes y servicios de negocios verdes 2017*. Colombia.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2015). “Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas”, Bogotá, D.C.: Colombia. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica>
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2019). “Orientaciones para la incorporación de la dimensión ambiental en los planes de desarrollo 2020-2023”. Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial, Bogotá, D.C. Disponible en https://www.minambiente.gov.co/images/OrdenamientoAmbientaTerritorialyCoordinaciondelSIN/pdf/La_dimension_ambiental_en_los_planes_de_desarrollo/CARTILLA_PLANES_DE_DESARROLLO_MINAMBIENTE.pdf
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; IDEAM. (2018). “Estudio Nacional del Agua 2018”. Bogotá, D.C., noviembre 2018. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/76321271/Cartilla+ENA+2018+WEB+actualizada.pdf/ba353c39-b15d-4a76-8ed4-3814c4c35239>
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE)*. Colombia.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Guía de Proyectos para la Gestión del Riesgo de Desastres*.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (n.d.). *Construyendo una política para el SINAP 2020-2030*.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 0303 de 2012: “Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 64 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en relación con el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y se dictan otras disposiciones”, Colombia, 6 de febrero de 2012.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1640 de 2012. “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.”, Colombia, 2 de agosto de 2012.
 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1713 de 2002. “Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos”, Colombia, 06 de agosto de 2002.
 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2008). “Política de Gestión ambiental Urbana”. Bogotá, D.C. Colombia.
 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico”. Bogotá, D.C. Colombia.
 - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - Minciencias, (2020). “Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento Ciencia, Tecnología

- e Innovación de los ciudadanos para los ciudadanos". Documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2005. Disponible en https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documento_de_lineamientos_para_la_politica_nacional_de_apropiacion_social_del_conocimiento_1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. Decreto 1743 de 1994: "Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación nacional y el Ministerio del Medio Ambiente.", Colombia, 5 de agosto de 1994.
 - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Decreto 1285 de 2015. "Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones", Colombia, 12 de junio de 2015.
 - OCDE. (2011). Hacia el crecimiento verde. Un resumen para los diseñadores de políticas.
 - OECD. (2008). *Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030*. Paris, Francia.
 - OECD. (2020). *International Migration Outlook 2020*. OECD Publishing, Paris.
 - Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles. Minambiente. (2018). *Guía de aplicación de la valoración económica ambiental*. Bogotá D.C., Colombia.
 - Presidencia de la República de Colombia; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2019). *Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. Bogotá D.C., Colombia.
 - Presidencia de la República de Colombia; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2019). *Estrategia Nacional de Energía Circular. Resumen Ejecutivo*.
 - Presidencia de la República. Decreto 902 de 2017. "Por el cual se adoptan medidas para facilitar la implementación de la Reforma Rural Integral contemplada en el Acuerdo Final en materia de tierras, específicamente el procedimiento para el acceso y formalización y el Fondo de Tierras", Colombia, 29 de mayo de 2017.
 - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2015). *Objetivos De Desarrollo Sostenible*. Disponible en <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
 - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). Objetivo 17: Alianza para lograr los objetivos. Disponible en <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-17-partnerships-for-the-goals.html>
 - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2020). Trabajar con el medio ambiente para proteger a las personas. *Respuesta del PNUMA a la COVID-19*. Respuesta a La COVID-19, 8. Disponible en <https://www.unenvironment.org/es/resources/trabajar-con-el-medio-ambiente-para-protector-las-personas-la-respuesta-del-pnuma-la-covid>
 - Rodríguez, I., Inturias, M. L., Robledo, J., Sarti, C., Borel, R., & Melace, A. C. (2015). *Abordando la Justicia Ambiental desde la transformación de conflictos: Experiencias con Pueblos Indígenas en América Latina*. (8(2)). Revista de Paz y Conflictos.
 - Ruiz S. L., Sánchez E., Tabares E., Prieto A., Arias J. C, Gómez R., Castellanos D., García P., R. L. (eds). (2007). *Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana - Diagnóstico*. Bogotá D.C., Colombia.: Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN.
 - Secretaría Distrital de Ambiente. (2016). *Plan de Acción Cuatrienal Ambiental del Distrito Capital - PACA DISTRITAL*. Bogotá D.C., Colombia.
 - Torre, A. (2016). *El rol de la gobernanza territorial y de los conflictos de uso en los procesos de desarrollo de los territorios*. (53rd ed.). Revista Geográfica de Valparaíso.
 - Vicepresidencia de la República de Colombia; Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2020). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Reflexiones y propuestas*. (Colección:). Bogotá.
 - Watson, T. (n.d.). Concept note. Visión del Viceministro Roberto Esmeral sobre el Penia. Bogotá.
 - World Economic Forum. (2019). *The Global Risks Report, 1-114*. Disponible en <http://wef.ch/risks2019>.



Anexos

ANEXO 1. DOCUMENTO DE ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES SOBRE LOS DIFERENTES REFERENTES INTERNACIONALES EN RELACIÓN A LAS TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN MUNDIAL. ACADEMIA DE COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES, 2020



ACADEMIA COLOMBIANA
DE CIENCIAS EXACTAS,
FÍSICAS Y NATURALES

TERCER INFORME DE AVANCE

Un documento con la retroalimentación a las diferentes fases de construcción del PENIA, como resultado de los espacios de análisis e intercambios de experiencias y conocimientos, realizados con los expertos vinculados a la Academia y con enfoque regional.

Objetivo: "Anuar esfuerzos científicos, técnicos, y financieros entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en el proceso de formulación del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental-PENIA, (2020-2030) a través de la generación de espacios de participación e intercambio de experiencias con los expertos vinculados a la Academia".

Grupo de Expertos

Dr. José Daniel Pabón
Dr. Carlos Alberto Vargas
Dr. Fernando Trujillo
Dr. Ernesto Guhl
Dr. Gustavo Vallejo
Dr. Germán Bayona
Dr. Jaime Cantera
Dr. Enrique Peña

13 de octubre de 2020

ANEXO 2. MARCO NORMATIVO

Mediante el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076, en 2015 el Gobierno compiló la regulación existente, bajo el objetivo de “racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector y contar con un instrumento jurídico único para el mismo”.

En el capítulo 8, *Instrumentos de planificación para institutos de investigación vinculados y adscritos al Minambiente*, el decreto establece que para el desarrollo de la planificación en el largo y mediano plazo, los institutos de investigación del SINA contarán con los siguientes instrumentos: el Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (Penia), y el Plan Institucional Cuatrienal de Investigación (Picia) para cada instituto.

Debe incluir un marco conceptual que proponga un modelo de desarrollo científico que se tomará de referencia para avanzar en el logro de los objetivos del Plan; un diagnóstico de construido a partir de las necesidades de investigación e información derivadas de la política nacional ambiental.

Se plantea una propuesta de programas estratégicos que constituyan el marco necesario para orientar la investigación ambiental de manera que contribuya al logro de los objetivos nacionales, cada uno de ellos con sus líneas de investigación, que actuarán como ejes que estructuran la actividad investigativa, permiten su integración y dan continuidad a los diferentes programas, a partir de los resultados que se obtienen en los sucesivos proyectos de investigación básica o aplicada y responden a una demanda específica de conocimiento para la solución de problemas ambientales.

Y finalmente, el Penia debe contener mecanismos de seguimiento y evaluación, instrumentos para evidenciar el avance e impacto de los resultados de la implementación de los programas estratégicos de investigación ambiental. El sistema de seguimiento y evaluación se articulará con los que se han venido desarrollando para tal propósito en las autoridades ambientales.

Con base en las directrices y lineamientos del Penia, cada uno de los institutos de investigación del SINA formula su respectivo Picia, considerando para ello los compromisos del Plan Nacional de Desarrollo, los planes de acción de las autoridades ambientales y las prioridades regionales o temáticas de cada instituto.

Sin embargo, uno de los obstáculos encontrados es la falta de congruencia entre las previsiones, necesidades y tiempos de los Picia, los planes de acción de las corporaciones, y el horizonte del Penia. De allí el esfuerzo que debe hacerse para la incorporación de los programas y las líneas en los institutos y en las corporaciones. Con los primeros, de alguna manera se facilita por cuanto el decreto prevé que la formulación del Plan se hace con el concurso de los Institutos.

La base de la ejecución del Penia son los institutos, dado su carácter de entidades investigativas en materia ambiental. En efecto, en su **Capítulo 7, Organización y funcionamiento institutos adscritos y vinculados**, el Decreto 1076 define al Humboldt, el Sinchi, el Invemar y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), como entes investigativos en forma de corporaciones civiles sin ánimo de lucro, de carácter público, sometidas a las reglas de derecho privado, con autonomía administrativa, personería jurídica y patrimonio independiente, vinculadas al Minambiente. Y al Ideam como un establecimiento público de carácter nacional adscrito al Minambiente, con autonomía administrativa, personería jurídica y patrimonio independiente.

Todos ellos tienen el objetivo de definir y adelantar los estudios, investigaciones, inventarios y actividades de seguimiento y manejo de información útil para que el Minambiente pueda fundamentar la toma de decisiones en materia de política ambiental. Además, deben suministrar las bases para expedición de las normas, disposiciones y regulaciones para el ordenamiento ambiental del territorio, el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y la búsqueda de un ambiente sano, con la mira puesta en el desarrollo sostenible.

Con respecto a la relación con las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible, los institutos del Ministerio deben:

a. Aportar el conocimiento científico y la capacidad técnica para asesorar a las corporaciones en la implantación y operación del Sistema de Información Ambiental.

b. Producir conocimientos e información que permitan derivar o adaptar tecnologías para ser aplicadas y transferidas por parte de las corporaciones.

c. Transferir a las corporaciones las tecnologías resultantes de las investigaciones que adelanten, así como de las adaptaciones que se logren y estén disponibles en otros países o instituciones.

d. Cooperar y apoyar a las corporaciones en su función de promoción y realización de la investigación científica en relación con los recursos naturales y el medio ambiente.

A su vez, como es de esperar, las CAR deben apoyar las labores de los institutos y, en casos específicos, hacer, como en efecto lo hacen, trabajos mancomunados.

Cabe anotar que, además de las funciones descritas, al Ideam se le asignan otras tareas adicionales que realiza en colaboración con las corporaciones, como man-

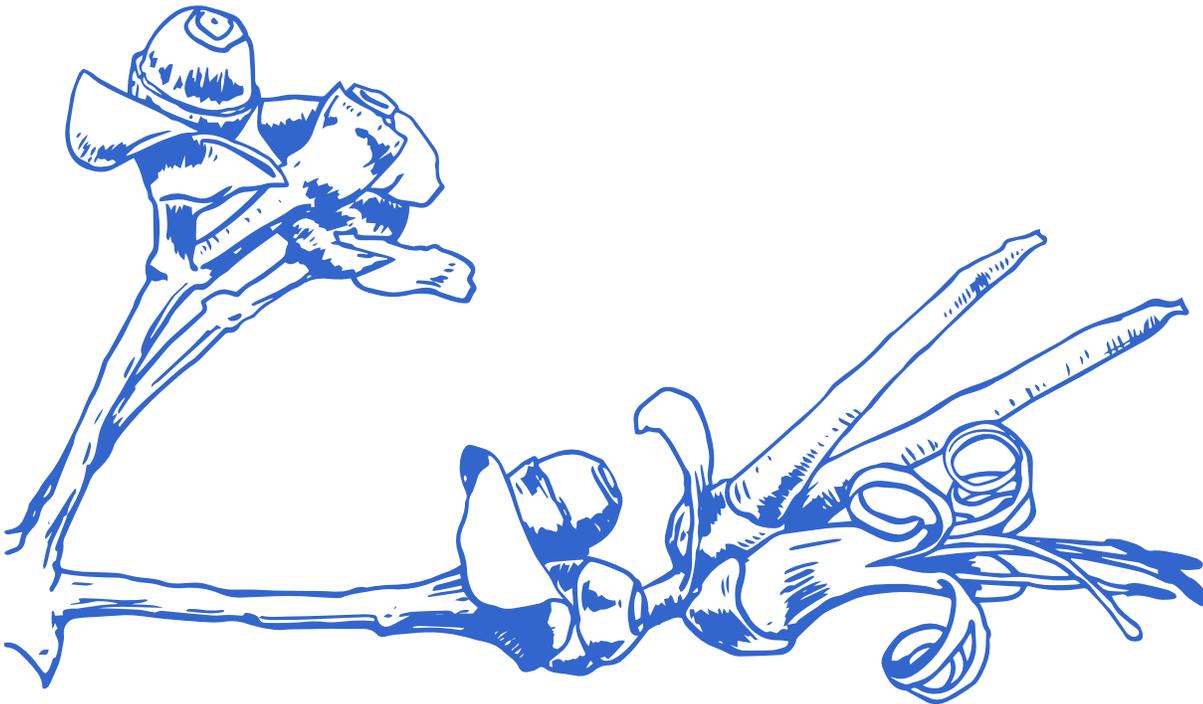
tener información sobre el uso de los recursos naturales no renovables, así como de los recursos naturales renovables, en especial del agua, suelo y aire, y de los factores que los contaminen y afecten o deterioren. Adicionalmente, el Ideam debe suministrar información para el establecimiento de estándares y normas de calidad ambiental y asesorarlas en el desarrollo de programas de regulación y mejoramiento de la calidad de corrientes hídricas y otros cuerpos de agua, así como en el control de la erosión de cuencas hidrográficas, y en la protección y recuperación de la cobertura vegetal.

El decreto establece que las CAR forman parte del SINA y que tanto ellas como los institutos ya mencionados deben articular su actividad con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, con el Sistema de Información Ambiental, con los Sis-

temas Ambientales Internacionales, con la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y con Parques Nacionales Naturales (PNN), entre otros.

Más aún, en este Penia se tiene la esperanza de que los programas y las líneas de investigación previstas, así como sus estrategias y planes de financiación, puedan ser compartidos con otras entidades públicas y privadas, de tal forma que se logre construir un acervo científico que apoye el desarrollo sostenible, bien sea por parte de entidades públicas, como de las privadas y las comunitarias.

Por último, importa indicar que en la formulación del Penia no sólo se toman en consideración las normas de carácter nacional relacionadas sino también los compromisos internacionales en materia ambiental que tiene el país y que deben honrarse, algunos de los cuales se señalan en tabla 1.



Tratados y convenios internacionales de carácter ambiental

TEMA	NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA
Convenios internacionales	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)	La conservación de la diversidad biológica es un interés común de toda la humanidad. El CDB tiene como objetivo general la promoción de medidas que conduzcan a un futuro sostenible.
	Convenio de Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación (Unccd)	La Cumbre para la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, fue la génesis de esta Convención, la cual entró en vigor en 1996 y tiene como objetivo promover una respuesta global para la desertificación.
	Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	Tiene por objetivo alentar a las Partes a promover la cooperación a través de observaciones sistemáticas, investigaciones e intercambio de información sobre el impacto de las actividades humanas en la capa de ozono y adoptar medidas legislativas o administrativas en contra de actividades que puedan producir efectos adversos en la capa de ozono.
	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Cmnucc)	Incorpora una línea importante de uno de los tratados multilaterales sobre medio ambiente que más éxito han tenido en toda la historia: el Protocolo de Montreal de 1987, cuyo objetivo final es prevenir una interferencia humana "peligrosa" en el sistema climático. Los estados miembros están obligados a actuar en interés de la seguridad humana incluso a falta de certeza científica.
	Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales	Tiene como objetivo proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales, con miras al desarrollo de nuevas variedades vegetales para beneficio de la sociedad.
Protocolos Internacionales	Protocolo de Kyoto	Compromete jurídicamente a los países industrializados que son Parte a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con el cumplimiento de unas metas individuales de reducción de emisiones acordadas.
	Protocolo de Montreal	Proteger la capa de ozono de la tierra mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan. El objetivo final es eliminar el uso de sustancias que agotan la capa de ozono.
Foros Internacionales	Foro de Naciones Unidas sobre los Bosques	Promocionar un compromiso político y una mayor concienciación sobre la importancia de los bosques en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, a partir de la implementación de una gestión forestal sostenible, que cuente con la participación de los grupos principales y demás partes interesadas.

Tabla 1. Resumen de los principales tratados y convenios internacionales en temas ambientales

Fuente: Naciones Unidas; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Colombia).

Dentro de este marco normativo se formula este Penia, gracias a la cooperación de los institutos y de las CAR, cuyas líneas de investigación se espera que, tanto los unos como las otras, incorporen en sus planes para desarrollarlas en los próximos diez años, con la expectativa de que este trabajo asociado enriquezca el conocimiento ambiental, de tal forma que se logre un desarrollo sostenible y un ambiente sano para las presentes y futuras generaciones.

Identificación del componente de investigación en las Políticas Ambientales 2008-2020: En este documento se identificó de manera explícita y sin interpretación alguna, el componente de investigación en seis políticas ambientales, de las cuales cinco fueron expedidas por el Ministerio de Ambiente a partir del 2008 y una expedida en el 2018 por Colciencias:

ODS	TÍTULO	DEFINICIÓN
	MADS	Se formuló en el 2011 pero no se expidió
	Colciencias	2018
	MADS	2010
	MADS	2014
	MADS	2017
	MADS	2016

Tabla 2. Políticas ambientales

A pesar de que, en las políticas en mención, se identifica el componente de investigación, ya sea en su desarrollo conceptual o líneas estratégicas, en este documento se centra el análisis en la Política Nacional de Investigación Ambiental y en la Política Nacional de Ciencia y Tecnología.

Con relación a la Política Nacional de Investigación Ambiental, se resaltan aspectos como la metodología utilizada en su formulación, teniendo en cuenta las similitudes con la de construcción del Penia, también se pone en consideración el análisis de las problemáticas identificadas en dicho documento puesto que se pueden retomar en el Penia, así como algunas de las líneas estratégicas propuestas.

Así mismo, se resaltan los siguientes aspectos:

- Las estrategias identificadas en la Política no contienen las actividades o acciones a través de las cuales se van a cumplir los objetivos trazados.
- La política no establece un horizonte de tiempo, ni las metas e indicadores que permitan hacer seguimiento a la misma.

- Se resalta la Formulación de Agendas Regionales de Investigación Ambiental en la cual se realizaría la identificación de las necesidades de investigación que surjan de los procesos participativos regionales de gestión ambiental y de los entes ejecutores; así como la identificación de la oferta y demanda de investigación ambiental del país.
- Resaltan el reconocimiento a otros modos de producción de conocimientos (ej: ciencia ciudadana, conocimiento tradicional)
- Establecen tres estrategias: operativa, cultural y financiera. Se resalta la estrategia cultural la cual está dirigida a reconocer y promover cambios cualitativos en las diversas formas de concebir, realizar e interpretar el ejercicio de la investigación ambiental.

En relación con la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, se resalta el análisis realizado en dicho documento realizado en cuanto a la relación de la in-

vestigación y los ODS sobre tres temas principales: i) producción bibliográfica e impacto, ii) colaboración y, iii) patentamiento.

Así mismo se resaltan las actividades de las líneas estratégicas que ameritan la articulación entre Colciencias y el MADS en el marco de la construcción del Penia.

ANEXO 3. ANÁLISIS DEL PENIA 2008-2018

El diagnóstico de la investigación ambiental realizada durante la década pasada debe empezar por el análisis del documento que dio origen a la iniciativa para producir un plan que, de manera estratégica, orientara las necesidades de investigación ambiental en el país.

Antes de presentar los resultados generales de este análisis --realizado entre el Minambiente y los cinco institutos de investigación--, cabe advertir que el Decreto 2370 de 2009 y el documento elaborado por el Instituto Quinaxi, que le dio soporte, constituyen un hito en la historia de la investigación ambiental y la culminación de un esfuerzo conceptual que se remonta a la expedición de la Política Nacional de Investigación Ambiental en el año 2001.

Conforme a esta norma y al documento respectivo, para el ejercicio investigativo de los cinco institutos adscritos y vinculados al Minambiente en el periodo 2008 -2018 se definieron dos ejes: temático e instrumental, un total de seis programas estratégicos temáticos, con 31 líneas de investigación; y tres programas instrumentales con 16 líneas de investigación, para un total de 47 líneas de investigación. Una conclusión general es que el Plan cubre un amplio espectro, pero omitió casi en su totalidad los temas ambientales urbanos. Se nota la ausencia de una justificación de la elección de los programas y las líneas (que talvez se encuentran en los papeles de trabajo).

En el Programa 1, *Caracterización de la estructura y dinámica de la base natural del país*, desde el punto de vista de la escala nacional, durante los últimos diez años el país ha hecho grandes progresos en cuanto se refiere al conocimiento de los ecosistemas naturales terrestres y marinos. Pero sobre los denominados “ecosistemas artificiales” no ha habido un esfuerzo sistemático y coordinado para su conocimiento. Existen trabajos aislados, resultado de los procesos de ordenamiento territorial, estudios de cuencas hidrográficas y lo relacionado con el Sistema de Ciudades – cuya orientación es más económica y social – pero limitado a las grandes ciudades.

Por consiguiente, aún persiste un gran vacío en esta materia, en cuanto a metodologías homogéneas y comprensivas para hacer estos inventarios.

El país ha avanzado en el Inventario Nacional de Biodiversidad. Esta es una línea permanente de investigación, si se tiene en cuenta que el mayor conocimiento en esta materia, ligado también a los fenómenos de especies en extinción y riesgos por especies exóticas, constituye un insumo clave para el país.

Tanto los ecosistemas estratégicos nacionales como las áreas protegidas se identificaron con amplitud en la última década, a tal punto que equivale a un rango entre el 15 y el 20% de la superficie terrestre nacional. Sin embargo, con base en el análisis de representatividad a escala 1:500.000, de acuerdo con Parques Nacionales Naturales como coordinador del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap)²¹, al 2018 el país reporta 240 unidades ecosistémicas para el ámbito terrestre, de las cuales 41 unidades de análisis se encuentran en omisión. En el ámbito marino, para el subsistema de Áreas Marinas Protegidas (AMP), cinco ecosistemas presentan una baja representatividad (< 10 %); hay que tener presente que aún falta información sobre ecosistemas en ambientes profundos.

Con respecto a la dinámica de poblaciones de especies y de comunidades biológicas de interés especial, el tema es esencial y amplio, pues va desde el conocimiento de los cambios biológicos hasta las modificaciones derivadas de la actividad antrópica y desde el establecimiento de líneas base hasta la evolución de las poblaciones en su conjunto, a partir de estudios multitemporales, e incluye también las labores de monitoreo de los cambios en los ecosistemas, las especies o los genes.

Sin embargo, de acuerdo con el Marco conceptual para el monitoreo de la biodiversidad en Colombia²², existen numerosas experiencias y acciones en este campo, pero de forma fragmentaria y poco sistemática. En el campo del monitoreo, vinculado al estudio de la dinámica de las poblaciones, se destacan los esfuerzos recientes de los institutos de investigación del SINA central, de PNN, del Sinap las CAR, entre otras entidades públicas, organizaciones no gubernamentales locales, nacionales e internacionales, grupos de investigación de las universidades y la empresa privada.

En el Programa 2, *Conservación y restauración del patrimonio ambiental del país*, los institutos han definido metodologías para la conservación y manejo de ecosistemas estratégicos, algunos de los cuales han sido transformados, afectados o degradados por cau-

²¹ SINAP, 2019. Hacia una política para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia 2021-2030. Documento de trabajo versión 2. PNN, WWF, GEF, BID. Bogotá D.C. 84 p.

²² Martha Isabel Vallejo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Diana Isabel Gómez. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar. En Biodiversidad en la práctica. Documentos de Trabajo del Instituto Humboldt. Volumen 2, No. 1, 2017.

sas diversas, como los cultivos ilícitos, el uso del suelo con prácticas agropecuarias inadecuadas, la minería y las especies invasoras. Por ello, ha disminuido la capacidad de los mismos para la prestación de servicios ecosistémicos a la sociedad como el suministro de agua, alimentos, regulación del clima, entre otros.

El Minambiente cuenta con el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas, (PNR) --en cuya elaboración participaron los Institutos--, que tiene como objetivo, a 20 años, orientar y promover procesos integrales de restauración ecológica que busquen recuperar las condiciones de los ecosistemas como su estructura, su composición o sus funciones y garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en áreas degradadas de especial importancia ecológica para el país. Este plan prevé la investigación, desarrollo y consolidación de protocolos, así como la articulación y divulgación de la información sobre restauración ecológica.

Por la importancia que ha adquirido el fenómeno de las zoonosis, las investigaciones orientadas a fortalecer el conocimiento de los factores que influyen en la salud ambiental, entre ellas la protección y manejo de la fauna y flora silvestre ocupan un lugar prioritario que debe mantenerse.

La Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Pngibse) establece guías específicas y concretas sobre la conectividad ecológica y genética, área prioritaria en el manejo ambiental, tanto por la urgencia de la conservación como por el potencial de la biodiversidad para satisfacer las necesidades.

En cuanto a la línea 7, *Cuantificación de los cambios en el patrimonio ambiental*, es de difícil ejecución por lo amplio y lo complejo de los asuntos involucrados. Vale la pena avanzar en estudios intertemporales de cambios en ciertos componentes claves, como determinados ecosistemas y cuencas hidrográficas.

El Programa 3, *Ordenamiento y planeación del manejo del territorio para el aprovechamiento sostenible de sus recursos*, es uno de los más convenientes y complejos. De allí la dificultad de su traducción en líneas específicas con finalidades claras.

Frente a los retos de diversificación de la economía, las oportunidades de desarrollo regional y local y aprovechamiento de las ventajas comparativas en materia de dotación de riqueza de la biodiversidad, hacia el futuro se requerirá seleccionar y priorizar algunos “productos y servicios” de especial importancia estratégica, sobre todo si se piensa en los mercados internacionales (bioprospección y cannabis medicinal, por ejemplo).

Vale la pena tener en cuenta la labor cumplida

por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) con las cuentas ambientales, por el Minambiente con el documento titulado *Guía de aplicación de la valoración económica ambiental* y por el *Invemar con su Programa de Valoración y Aprovechamiento de los Recursos Marinos y Costeros*.

En forma sistemática y por obligación legal, el Minambiente y las CAR expiden lineamientos y directrices sobre el ordenamiento ambiental del territorio, mediante el cual al parecer se satisfacen los requerimientos de una de las líneas de investigación de este programa. Sin embargo, el tema urbano y regional merece una mayor atención de parte del segundo Penia.

El Programa 4, *Identificación, prevención y gestión de riesgos derivados de fenómenos naturales y antrópicos*, recuerda que el SINA es y será protagonista principal en la gestión del riesgo y demás asuntos referentes al cambio climático, en especial en cuanto hace a la mitigación y la adaptación frente al mismo, con la adopción de políticas y normas ambientales atinentes al fenómeno, pero en estrecha coordinación con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (Ungrd) y el sistema nacional correspondiente.

En el Programa 5, *Innovación, desarrollo y adaptación de tecnologías para aprovechar sosteniblemente la oferta ambiental y prevenir o mitigar los impactos ambientales de las actividades socioeconómicas*, vale la pena insistir en la investigación correspondiente a energías renovables, aprovechamiento de la biodiversidad, alternativas productivas y mercados verdes, y calidad ambiental, con producción más limpia, tecnologías para calidad ambiental y cuantificación de impactos.

La línea correspondiente a la generación y adaptación de tecnologías limpias reviste una enorme importancia, en el marco de la Política Nacional de Economía Circular²³.

Con relación a los programas estratégicos instrumentales, sin duda alguna deben ser contemplados en el Penia para un mejor conocimiento y diseño de los instrumentos de todo orden para la investigación, el desarrollo y la articulación de la comunidad investigativa nacional, la pertinencia de los contenidos e instrumentos para la gestión de la investigación ambiental, la institucionalización y el desarrollo de instrumentos financieros para la investigación ambiental.

El Penia debe atender dos instancias de comunicación: 1) las publicaciones científicas, que consoliden a la comunidad de investigadores ambientales en el concierto científico mundial, y 2) la comunicación pública de los procesos y resultados de la investigación, dirigida a diferentes sectores de la sociedad colombiana.

²³ A propósito, importa señalar que parte importante de la nueva versión del Penia debe obedecer a las nuevas concepciones sobre la gestión ambiental y a las economías ambiental y ecológica, como es el caso de la “economía circular”, “la bioeconomía”, “biomimesis”, huellas ambientales, etc.

La materialización del programa se debe concretar en la incorporación al Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) de los resultados de la investigación ambiental y el seguimiento de las variables ambientales, lo cual ha tenido un gran avance en esta década como se ve en los diferentes sistemas de información activos en la actualidad, como son el de Biodiversidad (SIB), Información Ambiental Marina (SIAM), Calidad del Aire (Sisaire), Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana (SIAT-AC), Información Ambiental Territorial del Pacífico

Colombiano (SIAT-PC), Información Forestal (SNIF) y del Recurso Hídrico (SIRH).

De acuerdo con los principios del nuevo Penia, la cooperación interinstitucional debe ser una de las características de la labor investigativa hacia el futuro.

Para finalizar, vale la pena mencionar la recomendación del Instituto Humboldt plasmada en el documento *Conocimiento para un cambio transformativo*: “hacer más ágiles e integrados el Penia y el Picia, dando un carácter más estratégico al primero y más programático al segundo”.

ANEXO 4. DOCUMENTO CON EL ANÁLISIS DE LOS PICIA ACTUALES DE LOS INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL DEL SINA. ACADEMIA DE COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES, 2020



ACADEMIA COLOMBIANA
DE CIENCIAS EXACTAS,
FÍSICAS Y NATURALES

PRIMER INFORME DE AVANCE

Documento con el análisis de los PICIA actuales de los Institutos de Investigación Ambiental del SINA

Objetivo: *“Anuar esfuerzos científicos, técnicos, y financieros entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en el proceso de formulación del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental-PENIA, (2020-2030) a través de la generación de espacios de participación e intercambio de experiencias con los expertos vinculados a la Academia”.*

Grupo de Expertos

Dr. José Daniel Pabón
Dr. Carlos Alberto Vargas
Dr. Fernando Trujillo
Dr. Ernesto Guhl
Dr. Gustavo Vallejo
Dr. Germán Bayona
Dr. Jaime Cantera
Dr. Enrique Peña

24 de julio de 2020

ANEXO 5. SÍNTESIS DE LA INVESTIGACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES

1. Aporte de la investigación ambiental del país a la Agenda 2030

Con relación al cumplimiento de la Agenda 2030 por parte de Colombia, según la consulta realizada por Colciencias a 475.000 personas --investigadores, empresarios y ciudadanos en general-- de todo el país, la *Educación de calidad* (ODS 4) es la que más preocupa, seguida de los temas de *Agua limpia y saneamiento* (ODS 6), *Acción por el clima* (ODS 15), *Salud y bienestar* (ODS 3) y *Vida de ecosistemas terrestres* (ODS 15). Igualmente, en cuanto a la producción bibliográfica del país, se destacan la *Vida de ecosistemas terrestres* (ODS 15), *Acción por el clima* (ODS 13) y *Vida submarina* (ODS 14) en los tres primeros lugares. Así, es posible concluir que Colombia forma parte de los países que dan una mayor relevancia al tema ambiental, en cuanto a su producción de conocimiento científico (COLCIENCIAS, 2018)

Programas Nacionales de CT&I en Ambiente, Biodiversidad y Hábitat, y Océanos y Recursos Hidrobiológicos del Sistema Nacional de CT&I

Para efectos de este nuevo Plan, a continuación, se sintetizan los resultados de los dos programas que más interesan: *Ambiente, Biodiversidad y Hábitat*; y *Océanos y Recursos Hidrobiológicos*.

2.1 Programa Nacional de CT&I en Ambiente, Biodiversidad y Hábitat

El documento identifica cinco megatendencias y los retos que estas implican:

1. Escasez y deterioro de los recursos naturales
2. Cambio climático
3. Pérdida de biodiversidad
4. Incremento poblacional, transición demográfica y movilidad
5. Urbanización acelerada

En relación con la *escasez y deterioro de los recursos naturales*, resalta el impacto en el desarrollo económico del país, la injusticia social y el conflicto armado, con el argumento de que “solo pueden superarse con una estrategia cimentada en la voluntad genuina de la sociedad en general de proteger los recursos naturales, que sea de carácter sostenible, de alcance general y basado en el conocimiento.”

A lo largo de los últimos años el desarrollo de la investigación en este programa evidencia una producción científica del 60% en coautorías con países extranjeros. Es un volumen que evidencia la inclusión del país en redes de trabajo internacional y la cooperación en materia de investigación. Colombia es

coautora con 169 países. Con Estados Unidos, España y Brasil, el país ha generado el 35% de las coautorías en relación con la producción total nacional.

A nivel nacional, la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá lidera la publicación científica internacional de artículos relacionados con el Programa de Ambiente, Hábitat y Biodiversidad con un total de 748 publicaciones en el periodo 1996-2016. Le siguen en orden de producción las universidades de Antioquia, Los Andes, Del Valle y la Nacional Sede Medellín. Estas cinco instituciones contribuyen con el 43% de la producción total para el periodo de tiempo analizado.

Con relación al talento humano en esta área, el 87% de los grupos de investigación se encuentran en instituciones de educación superior, mientras que el 11% laboran en entidades privadas sin fines de lucro. A su vez, el 1,4% corresponde a institutos de investigación ambiental tales como el Sinchi y el Invemar. El 0,5% está vinculado a entidades gubernamentales. Los departamentos de Arauca, Vichada, Guainía, Vaupés y Putumayo no reportan grupos de investigación.

2.2 Programa Nacional de CT&I en Océanos y Recursos Hidrobiológicos

Este Programa cuenta con un total de 5.184 publicaciones desde el año 1996 hasta 2016, de las cuales el 65% corresponde a artículos científicos divulgados en revistas indexadas categorías A, A1, B y C, mientras que la información restante ha sido en revistas sin categorizar.

En el área de Ciencias de la Tierra y Medioambientales quienes lideran las investigaciones trabajan en estudios ambientales del Caribe, modelación ambiental, calidad ambiental marina, oceanografía, sistemas socio ecológicos para el bienestar humano y geociencias marinas. Es de destacar la inclusión de las temáticas sociales y culturales como punto de inflexión para el diseño de esquemas de manejo responsable por parte de las poblaciones vinculadas directa e indirectamente al recurso marino-costero.

Era de esperarse que el departamento pionero en la formación de grupos de investigación en Ciencias del Mar haya sido Magdalena, en donde el Invemar fue la primera institución con la generación de investigaciones y publicaciones en ciencias marinas, enfocando los trabajos en las áreas de la botánica, zoología, geología, geografía, sociología y antropología. Adicionalmente, las instituciones que cuentan con grupos de investigación en esta área son la Universidad Nacional de Colombia (12), Invemar (8), la Universidad del Magdalena (8) y la Universidad de los Llanos (5), principalmente.

3. Síntesis de los programas y líneas de investigación en temas ambientales

A partir de las diferentes fuentes de información, mencionadas a lo largo de este diagnóstico, se revisa-

ron las temáticas de los programas y líneas temáticas de investigación, con el fin de definir las tendencias generales que permitan armonizar el nuevo Penia en un contexto internacional, nacional y regional.

De las once fuentes consultadas²⁴, se consolidaron 63 programas y 330 líneas temáticas. Al agruparlas, acorde con los ODS, se concentran en el ODS 15 con 99 líneas, el ODS 13 con 40 líneas, el ODS 16 con 34

líneas, el ODS 12 con 26 líneas y el ODS 14 con 18 líneas (Fig.1). Además, es importante recordar que, con relación a los ODS, la producción científica en el país es mayor para el ODS 15 (717 publicaciones), ODS 13 (620), ODS 14 (498) y ODS 12 (363)²⁵, lo cual evidencia no solo el interés por aportar a una agenda internacional, sino además a la consolidación de las capacidades para la investigación en temas ambientales.



Figura 1. Agrupación de las 330 líneas temáticas acorde a la afinidad con los ODS. Elaboración propia

Con base en lo anterior, se podrían seleccionar programas estratégicos tales como: ecosistemas estratégicos y biodiversidad, cambio climático, ordenamiento ambiental y gobernanza, manejo de recursos, océanos y recursos hidrobiológicos, economía ambiental, salud ambiental, desarrollo de tecnologías para la sostenibilidad, agro-sistemas sostenibles, educación para la sostenibilidad y energías sostenibles.

Por otra parte, al realizar el análisis por áreas de conocimiento de la OCDE se encontró un mayor número de líneas agrupadas en las áreas de las ciencias

naturales (99) y de la ingeniería y tecnologías (91), seguidas por las ciencias sociales y ciencias de la salud (65) (Fig. 2), lo que demuestra los desarrollos desde las diferentes disciplinas y su importancia para abordar las problemáticas ambientales. Así, se destacan los programas estratégicos en biodiversidad y servicios ecosistémicos, tecnologías ambientales y de sistemas productivos, economía ambiental, salud ambiental, justicia y gobernanza territorial, manejo de recursos naturales, suelo y agua en sistemas productivos y cambio climático-desarrollo sostenible.

²⁴ Agenda 2030 de ONU, OCDE, Misión Internacional de Sabios, PND, Penia 2008, Picia, CAR, AAU, Pectia y Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

²⁵ Colciencias-LIBRO VERDE, 2018.

NÚMERO DE LÍNEAS ACORDE A LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO

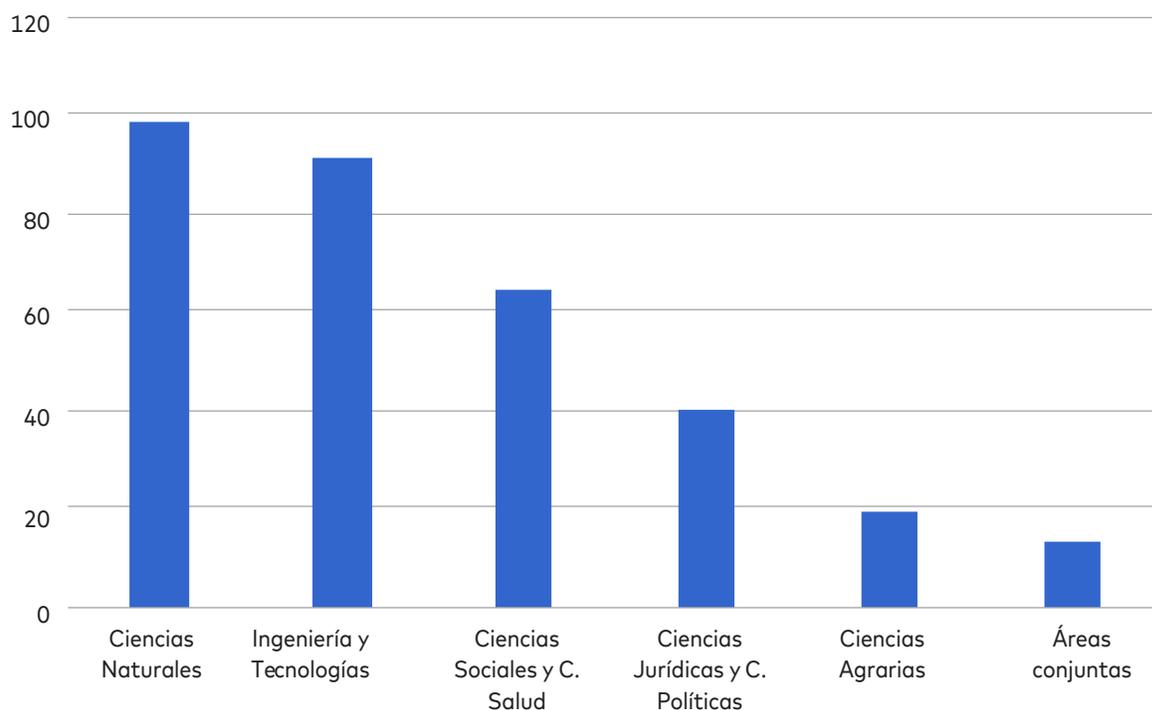


Figura 2. Agrupación de las 330 líneas de investigación acorde al área del conocimiento. Elaboración propia

Otro aspecto que vale la pena mencionar son las diferencias regionales para el desarrollo de la investigación en temas ambientales. Al agrupar los 1.194 grupos por regiones se encuentran en el Distrito Capital (270) y el Eje Cafetero (266), en contraste con la Región Centro-Sur

(67) y la Región del Llano (34) en donde es menor el número de grupos de investigación (Figura 3). Esta distribución evidencia un alto grado de concentración en tan solo dos regiones y una gran necesidad de impulsar la investigación ambiental en diferentes regiones del país.

NÚMERO DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN POR REGIÓN

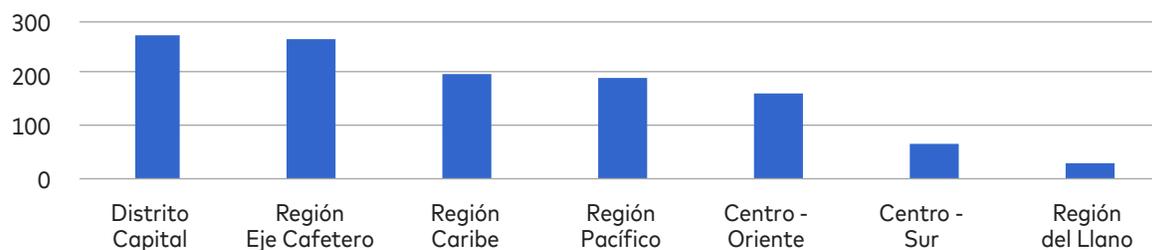


Figura 1. Número de grupos de investigación relacionados con temas ambientales, distribuidos acorde a la región donde se encuentran. Fuente: Datos Sncti junio de 2020.

De los 1.194 grupos en temas ambientales, 20 pertenecen al SINA a través de los institutos de investigación Sinchi (9), Invenmar (8), IIAP (2) y el Humboldt (1). De ellos, nueve están en categorías A y A1, diez en B y

C, y 1 grupo en reconocido (Figura 4). Esto evidencia la consolidación de las capacidades para la investigación a través de los últimos años.

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DEL SINA POR CATEGORÍA

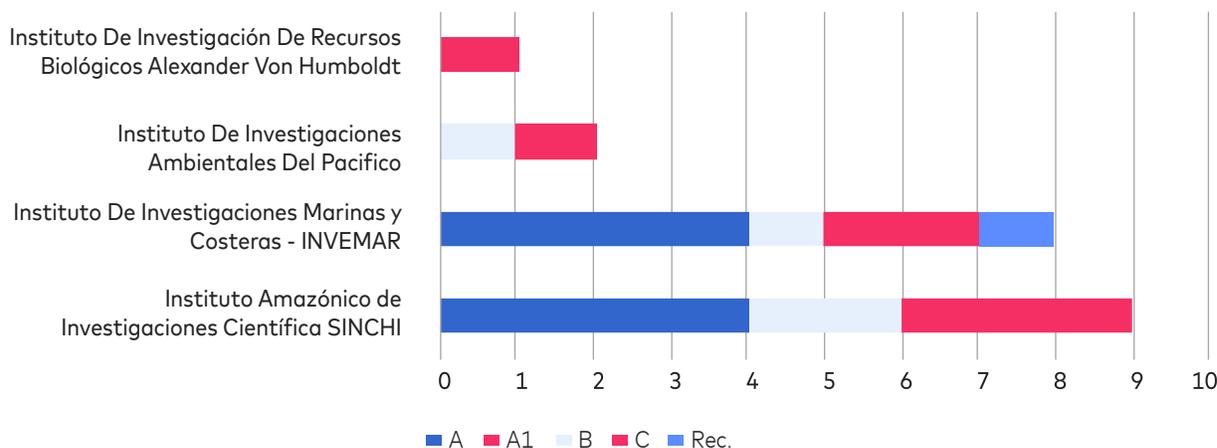


Figura 4. Número de grupos de investigación pertenecientes a los Institutos del SINA, distribuidos según la categorización del Sncti. Fuente: Datos Sncti junio de 2020.

En conclusión, en armonía con el desarrollo de las diferentes líneas de investigación en temas ambientales, la consolidación de los grupos y la producción científica se podrían establecer programas que potencien esas fortalezas, por ejemplo, en biodiversidad y ecosistemas, en recursos hídricos, en tecnologías para la sostenibilidad y en cambio climático. De igual forma, es necesario definir programas que propendan por la investigación en temas menos desarrollados, como por ejemplo en la valoración y aprovechamiento de recursos, en salud ambiental y en temas transversales o transdisciplinarios.

Un Penia para la siguiente década debe ser multidimensional, en el sentido de abarcar temas de apropiación social, de usabilidad, de diálogos democráticos, bajo la sombrilla de una gobernanza ambiental abierta y flexible, que considere la incertidumbre como un factor posible que incide en la planificación y la gestión ambiental.

En razón de lo anterior, el Instituto Humboldt se refiere a las “transiciones socio-ecológicas hacia la sostenibilidad” como procesos en los que se reconocen profundas interdependencias en las relaciones del ser humano con la naturaleza, conformando sistemas socio-ecológicos que sufren cambios, impulsados prioritariamente por la acción humana en sinergia con los cambios ambientales globales (Instituto Alexander

von Humboldt, 2018). Dichos cambios implican riesgos y la toma de decisiones frente a ello traza tendencias para lo cual es viable generar distintos escenarios.

Y como la unión hace la fuerza, todas las reflexiones conducen a la necesidad imperiosa de la articulación entre los actores del SINA y del país en general, una apuesta que debe promoverse para compaginar objetivos comunes y actuar en consecuencia, lo que evita la atomización de recursos financieros y de capacidades para la investigación. Una financiación a la investigación ambiental que sea proporcional a los problemas ambientales que enfrenta el país.

4. Necesidades y oportunidades de los bienes y servicios ambientales

El Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 resalta la conveniencia de aprovechar de mejor manera el potencial de la biodiversidad colombiana. Al respecto indica que ella representa uno de los mayores potenciales de desarrollo para el país y su gente. Pero no solo es la biodiversidad sino el potencial de los bienes y servicios ambientales en general. Al respecto dice: “La bioeconomía requiere un cambio transformativo acelerado que combina los avances de las ciencias ambientales, biológicas, químicas, físicas y digitales (World Economic Forum, 2018), mediante seis vías de acción:

- a. Aprovechamiento, valorización y conservación sostenible de los recursos de la biodiversidad.**
- b. Ecointensificación para la agricultura sostenible**
- c. Aplicaciones biotecnológicas (productos y procesos)**
- d. Servicios ecosistémicos**
- e. Eficiencia en las cadenas de valor**
- f. Biorrefinerías y bioproductos.**

Para lograr este cambio, es fundamental garantizar la articulación entre las instituciones estatales, el sistema de CTI, el Gobierno, la industria y la sociedad civil”.

Concluye que si el capital natural de Colombia, con su inmensa biodiversidad, constituye el principal activo y la más extraordinaria riqueza presente y futura del país, “es esencial fortalecer la investigación científica y la innovación para mejorar el conocimiento de este capital natural y utilizarlo en la restauración, conservación y uso sostenible”.

Así, frente a las desfavorables perspectivas económicas del país, urge hacer el esfuerzo de examinar el potencial del sector ambiental para contribuir a la creación de empleo e ingreso para la población colombiana, mediante una acción sostenible, es decir, de tal forma que no se deterioren las condiciones para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

Sin embargo, no existen estudios comprensivos, sino parciales, sobre la economía del sector ambiental, desde el punto de vista de la oferta y demanda de bienes y servicios ambientales²⁶ tanto a escala nacional como internacional, más allá de los estudios parciales del DANE, del trabajo sobre mercados verdes del Minambiente y de otros escasos ejercicios, como el reciente del Humboldt, denominado *Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos* (Primer borrador, julio de 2019).²⁷

De tal manera que, así sea de forma preliminar y tentativa, se hace aquí el esfuerzo de delimitar este campo²⁸, para poder apreciar sus perspectivas.²⁹ Al respecto, el documento Conpes 3934, que define la Política de Crecimiento Verde, se refiere a la “oferta de capital natural para la producción de bienes y servicios ambientales, representada en más de 62.829 especies registradas, 24,8 millones de hectáreas con aptitud forestal y un potencial eólico de 29.500 megavatios y de manera explícita a la producción de bie-

nes y servicios basados en el uso sostenible del capital natural y a mejorar el uso de los recursos naturales”.

Como se aprecia, esta es una delimitación muy general y poco aprovechable; más explícita es, sin duda, la definición y la relación de “mercados verdes”, hecha por el Minambiente. En realidad, no existe ni en Colombia ni a escala internacional una definición y una clasificación de consenso sobre estos mercados.³⁰

Para efectos de las políticas actuales se define la producción sostenible y competitiva con base en la conjunción de cuatro formas “productivas”:

- a. Extracción de bienes del “capital natural”, en condiciones sostenibles, para su transacción en el mercado.**
- b. Producción de bienes primarios, siempre y cuando se realice en forma sostenible, es decir, sin los impactos que transformen de manera irreversible y negativa los ecosistemas.**
- c. Producción de bienes secundarios, elaborados con un alto contenido orgánico.**
- d. Disfrute y conocimiento del capital natural, mediante turismo de naturaleza, en sus diferentes variantes.**

Y las acciones físicas destinadas a prevenir o restaurar el capital natural:

- a. Reforestación, descontaminación, economía circular, reciclaje, uso de tecnologías “limpias” y demás acciones que permitan la producción de bienes y servicios en condiciones de sostenibilidad ambiental**
- b. Las normas y las labores profesionales cuya finalidad sea lograr condiciones de sostenibilidad en las diferentes actividades económicas.**

A través del Estado o de las diversas agrupaciones de los particulares, se obtienen bienes y servicios que significan un aporte al desarrollo del país en condiciones verdes o sostenibles. Estos bienes o servicios pueden ser destinados al mercado interno o al comercio internacional, de acuerdo con sus posibilidades y potencialidades. Se trata de una amplia e interesante canasta de bienes y servicios cuya investigación, promoción y puesta en el mercado ya existe en algunos casos, pero sobre la cual no se dispone de información estadística suficiente ni mucho menos respecto a las relaciones insumo producto, los impactos ambien-

²⁶ Además de no existir en Colombia ni a nivel internacional un tratamiento uniforme y consensuado sobre este tema.

²⁷ Por tratarse de un “borrador”, las informaciones deben tomarse con beneficio de inventario.

²⁸ A parafraseando a Bourdieu, se define el “campo” de la producción ambiental como el espacio en el que confluyen las relaciones entre la sociedad humana y el ámbito que lo rodea compuesto de elementos bióticos (ecosistémicos) y abióticos interrelacionados.

²⁹ Para este efecto, se tienen en cuenta diversas fuentes, como los documentos Conpes, los informes del Minambiente y un estudio internacional que se cita más adelante.

³⁰ Para el Minambiente “Contempla las actividades económicas en las que se ofertan bienes o servicios, que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio”.

les ni sobre la dimensión de los mercados interno y externo. Sin embargo, como se anotó al comienzo, es imprescindible avocar el conocimiento de este tema, para definir unas líneas de investigación y fortalecer los programas que ya adelanta el Minambiente y otras entidades ambientales.

A partir de las consideraciones anteriores, es conveniente adelantar las siguientes tareas.

a. Profundizar en el conocimiento científico, técnico y económico de la oferta ambiental del país.

b. Determinar los alcances de la política de promoción de mercados verdes y diseñar los modelos de negocios que sean indispensables en los diferentes casos.

c. Buscar alianzas estratégicas con otros países tropicales para hacer un frente común en los organismos internacionales, con el fin de lograr un trato preferencial en este comercio.

d. Adelantar labores de capacitación ambiental para los equipos profesionales y los empresarios que se vinculen a estos programas.

e. Reconocer que la condición sine qua non de las acciones en estas materias debe ser la garantía de la sostenibilidad ambiental y la resiliencia de los ecosistemas.

Desde una mirada sistémica, el tema ambiental es transversal y complementario a todas las dimensiones de la sociedad. Es una apuesta de valor dentro de lo económico porque, además de garantizar la eficiencia de los recursos y minimizar el impacto, también permite aportar desde la naturaleza a procesos innovadores en el mejoramiento, desarrollo o descubrimiento de nuevas soluciones a necesidades de diferente índole o sector de la sociedad y a generar nuevas fuentes de desarrollo económico, al tiempo que se protege el capital natural, se evita la degradación ecológica y se impulsa la investigación.

Colombia cuenta con algunas iniciativas sostenibles que involucran la investigación ambiental, favorecen el desarrollo económico del país y de las regiones y pueden ayudar a impulsar la innovación, la competitividad y productividad nacional: bioeconomía, bioprospección, biotecnología, negocios verdes y sostenibles (NVS), Carbono azul (CA), economía forestal, generación de energías renovables no convencionales, movilidad alternativa (transporte eléctrico), ciudades sostenibles, parques industriales eco-eficientes y turismo.

5. Transiciones Socio-ecológicas hacia la Sostenibilidad (TSS)

A pesar de los logros alcanzados para conservar la biodiversidad global e implementar políticas para su adecuada gestión, los objetivos internacionales para

conservar y usar la naturaleza de manera sostenible y lograr la sostenibilidad no podrán ser alcanzados si continúan las trayectorias y tendencias actuales de pérdida y deterioro (como señala la Evaluación Global de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos realizada por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos (Ipbes). Solo cuatro de las veinte Metas de Aichi lograron resultados satisfactorios y es probable que la mayoría no se alcance para la fecha límite de 2020. En consecuencia, la Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) enfatiza que los objetivos para un Marco Ambiental Global Pos-2020 para la biodiversidad, solo podrán lograrse a través de “cambios transformativos” económicos, sociales, políticos y tecnológicos. Sin dichos cambios, las tendencias negativas, examinadas en seis escenarios diferentes proyectados (que incluyen Competencia regional, Negocios habituales y Sostenibilidad global), se expresan en una tendencia creciente de pérdida de las funciones del ecosistema y de las contribuciones de la naturaleza a las personas que continuará hasta 2050 y más allá, debido a los impactos proyectados del aumento, de los cambios y de los inadecuados usos de la tierra y del mar, la explotación indiscriminada de especies, el cambio climático global y la transgresión de los límites planetarios, entre otros.

Los cambios transformativos hacen referencia a “una reorganización fundamental de todo el sistema que abarque los factores tecnológicos, económicos y sociales, incluidos paradigmas, objetivos y valores” (Ipbes). Esto incluye aquellos cambios significativos en las conductas de la sociedad (en todos sus niveles y por parte de los diferentes actores) en cuanto a su relacionamiento con la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, de tal manera que conlleven a transformaciones sustantivas en las políticas de producción y consumo, que garanticen su sostenibilidad a largo plazo y en diferentes escalas y, por ende, garanticen también la gestión integral, adaptativa y sostenible de los socio-ecosistemas desde sus diferentes dimensiones: conocimiento, conservación y uso, desde condiciones de responsabilidad y valor compartidos, bajo un enfoque diferencial y contexto-dependiente.

El concepto de sostenibilidad, entendido desde el ejercicio de la investigación para la gestión de la biodiversidad del país, se relaciona con la búsqueda de formas más armónicas de interacción entre los distintos componentes de los sistemas socio-ecológicos. Al ser la sostenibilidad un hilo conductor de la investigación sobre biodiversidad, se plantea –con base en el conocimiento científico y acompañado de otros sistemas de conocimientos– el reto de definir los límites o umbrales sobre los cuales se puede alcanzar el bienestar de humanos y no humanos, sin afectar la capacidad de regeneración y el funcionamiento de los sistemas eco-

lógicos. Ante situaciones de degradación derivadas de múltiples crisis globales (climática, de los sistemas vivos del planeta, económicas, políticas, etc.), se requiere la identificación de soluciones innovadoras basadas en el profundo entendimiento del funcionamiento de los socio-ecosistemas que refuercen dinámicas socio-ecológicas fundamentales y garanticen su continuidad en el tiempo. En la búsqueda de esas soluciones orientadas a la sostenibilidad, se requiere considerar temas emergentes de investigación que fortalezcan un enfoque prospectivo de la agenda científica.

Impulsar procesos de gestión incluyentes que conduzcan hacia territorios más sostenibles requiere entonces un enfoque de cambio como el esbozado en la Pngibse, el propuesto por la Ipbes, acogido por el CDB y reforzado por la actual situación de múltiples crisis (climática, de pérdida global de biodiversidad, sanitaria y económica derivada de la pandemia de la Covid-19, entre otras), enfoque que se recoge en el concepto de “*Transiciones Socio-ecológicas hacia la Sostenibilidad*” (TSS) propuesto por el Instituto Humboldt. Las TSS se refiere a procesos de gestión, basados en el conocimiento y acordados por la sociedad, con el fin de alcanzar estados deseados de los territorios para convertirlos en “territorios resilientes”, impulsando modificaciones en las actuales trayectorias

de cambio. Estos procesos deben ser apropiados y agenciados por los actores sociales, con el fin de modificar tendencias de transformación indeseada en los sistemas socio-ecológicos colombianos para conducirlos, a través de acciones concertadas, hacia estados que maximicen el bienestar de las personas y los territorios.

Reconocer y valorar la diversidad biocultural y construir bienestar social y equidad a partir de esta diversidad con criterios de sostenibilidad, bien puede ser considerado el propósito fundamental de todos los programas del Penia, que más que un plan para el desarrollo de las ciencias ambientales debería ser base de una estrategia que fortalezca la articulación de los institutos del SINA y de estos con otros actores sociales e institucionales que promueven la producción y gestión de conocimiento sobre la biodiversidad y las dinámicas socio-ecológicas, como base para impulsar transiciones urgentes en la economía, la política y las condiciones de vida de las personas y los ecosistemas.

ANEXO 6. METODOLOGÍA

En la formulación del Penia 2021-2030 se llevaron a cabo cinco fases a partir de agosto de 2019, las cuales se presentan en la figura 1.

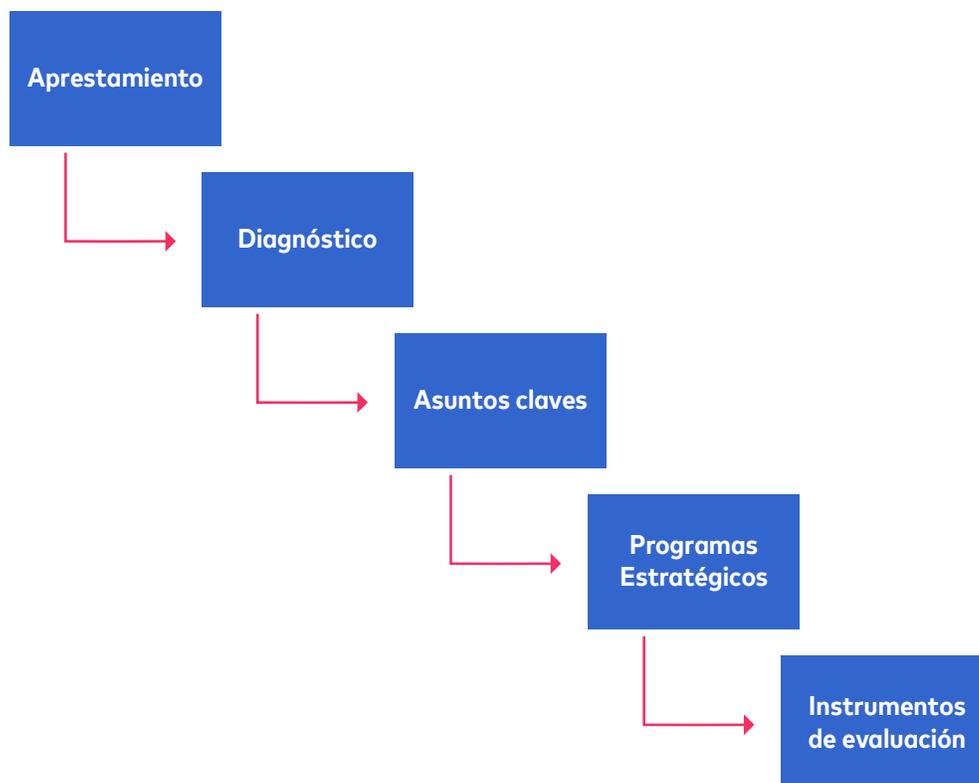


Figura 1. Fases del proceso de construcción colectiva del Programa Estratégico Nacional Ambiental 2021-2030.

1. Aprestamiento:

Teniendo en cuenta que el Decreto 2370 de 2009 señala que la construcción del Penia debe hacerse en conjunto con los institutos de investigación --Humboldt, Ideam, IAP, Invemar y Sinchi-- y en articulación con los instrumentos de planificación ambiental previstos para las autoridades ambientales, durante esta primera fase de planeación se determinó el equipo interno por parte del Minambiente y se conformó el grupo denominado Ancla, integrado por un representante del área de planeación de cada uno de los cinco institutos de investigación, un representante del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el grupo interno del Viceministerio de Ordenamiento Ambiental del Territorio - Minambiente. Adicionalmente, se contó con el apoyo de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, para el análisis de información y el acompañamiento en las actividades de construcción del Penia.

En este primer momento también se determinó la metodología general y se estableció un cronograma de trabajo para el cumplimiento de las diferentes fases por parte del grupo de trabajo.

2. Diagnóstico:

En esta fase se revisaron las tendencias internacionales y nacionales en investigación e información ambiental que sentaron las bases para establecer el marco conceptual del Penia tales como la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, la OCDE, el Banco Mundial, el PNUMA, el Foro Económico Mundial, el Ipbes, el IPCC y la Unesco. Desde el ámbito nacional se revisaron los documentos de la Misión Internacional de Sabios 2019, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2022, el Plan Estratégico 2015- 2018 del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Libro Verde 2018 de Colciencias, los Lineamientos de Política en Ciencias Naturales y Ambientales del Ministerio de Ciencia y Tecnología en el Foco Océanos y Recursos Hídricos y el Foco Ambiente Biodiversidad y Hábitat así como las líneas ambientales y de investigación de los Planes de Acción 2016-2019 de las Corporaciones Autónomas Regionales y los Planes de las Autoridades Ambientales Urbanas, el Penia 2008 y los Picia de los institutos de investigación del SINA.

Igualmente, se realizó un análisis jurídico de las normas vigentes en temas relacionados con la investigación ambiental en el país y con acuerdos ambientales de carácter internacional. Además, se revisaron las políticas en ciencia y tecnología y en temas ambientales más relevantes a la fecha.

El principal énfasis estuvo en la revisión del Penia 2008-2018 y en los Picias de los cinco institutos de investigación que conforman el SINA, con el fin de determinar la apropiación del Penia por parte de los investigadores y el desarrollo de las diversas líneas

de investigación. Con base en esto, y la información recolectada de diferentes fuentes antes mencionadas en torno a los programas y líneas de investigación actuales, tales como los programas en ciencias ambientales del SNCTI, los planes de las CAR y las AAU, se realizó un análisis comparativo para definir las temáticas de investigación de mayor desarrollo a nivel nacional, el cual se complementó con la información sobre las capacidades para la investigación aportada por los institutos, los proyectos estratégicos del Minambiente y el análisis de los Picia realizado por la Academia de Ciencias.

Adicionalmente, se revisaron de forma general los desarrollos en competitividad relacionados con la investigación e información en temas ambientales, que permitan un adecuado manejo de los recursos ambientales para el desarrollo sostenible.

Con el fin de determinar las necesidades y desarrollos en algunas regiones del país, se realizaron cuatro talleres regionales, con la participación de diversos actores, en los cuales se recolectó información sobre el estado actual de la investigación, los factores claves y las necesidades de investigación. Se tuvo en cuenta para este ejercicio la regionalización presentada en el Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, que presenta el país en ocho regiones. Se comenzó con las ciudades de Cali, Quibdó, Santa Marta y Leticia como punto de concentración de las regiones Pacífico Sur, Pacífico Norte, Caribe y Amazonas. A partir de los ejercicios realizados se determinaron puntos comunes respecto a temas de investigación y factores claves que se vienen desarrollando a nivel regional, así como también se identificaron necesidades de investigación a futuro.

Se determinaron retos en común en cuanto a 1) líneas temáticas de investigación ambiental desarrolladas en la actualidad, 2) factores clave que posibilitan el desarrollo de la investigación y 3) necesidades de investigación ambiental que posibilitan un mejor desarrollo y sostenibilidad del país a futuro. Así mismo se determinaron limitantes como la desarticulación de las entidades gubernamentales con el territorio, la falta de visión a largo plazo y el poco conocimiento de la normatividad.

Por otra parte, teniendo en cuenta a otros actores del SINA, se hizo una encuesta a las CAR con el objetivo indagar por las principales necesidades y problemáticas en investigación en sus respectivas regiones. Se identificó su genuino interés por articularse con los institutos del SINA para realizar investigación en temas ambientales.

3. Asuntos claves:

A partir de los resultados de las fases anteriores, y en conjunto con el grupo Ancla, se definieron los lineamientos generales para el Plan Estratégico, tales como

el enfoque, los principios, la visión, la misión, el objetivo general y los objetivos específicos. Adicionalmente, se realizó la propuesta preliminar de programas estratégicos y líneas de investigación, para la cual se tuvo en cuenta el diagnóstico de las necesidades de investigación y el desarrollo de las temáticas de investigación en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Con base en esta propuesta se trabajó con las diferentes direcciones del Minambiente para retroalimentar los programas con las necesidades de investigación ambiental para la formulación de políticas a nivel nacional.

4. Programas estratégicos:

Una vez se establecieron los programas estratégicos con sus líneas de investigación, a partir del trabajo desarrollado con el grupo Ancla, el concepto de la Academia de Ciencias y las directrices de las diferentes dependencias del Minambiente se procedió a realizar varios talleres de revisión con expertos de las principales problemáticas y necesidades de investigación para cada uno de los programas.

Previo a las jornadas se realizó un mapeo de actores relacionado con las necesidades y las problemáticas ambientales. De esta manera, la identificación de los actores partió de la búsqueda, revisión y selección dentro de un contexto de intereses para ser categorizados de la siguiente manera, acorde a su función o rol en el proceso de la investigación, planeación y gestión:

- **Formuladores:** aquellos actores que tienen interés en la investigación, es decir, quienes planean y ejecutan recursos para la investigación y quienes formulan las políticas públicas.
- **Generadores:** los actores que desarrollan la investigación.
- **Gestores:** quienes requieren apropiarse los resultados de la investigación para hacer gestión ambiental.

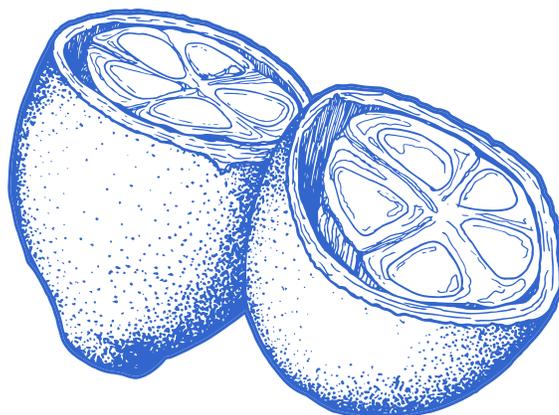
Los objetivos de las actividades desarrolladas en esta fase fueron:

- **Objetivo 1:** Consolidación de cada uno de los programas a la luz de la Agenda 2030, la Misión Internacional de Sabios 2019 y las políticas ambientales vigentes.
- **Objetivo 2:** Recopilación de estrategias para cada programa.

A partir del reconocimiento de actores, el establecimiento de objetivos y la planeación de un cronograma, se procedió a establecer los grupos para las actividades correspondientes a cada objetivo. Para los objetivos 1 y 2 se realizaron nueve talleres (uno por programa) con actores del ámbito regional, nacional e internacional, conocedores de cada una de las temáticas ambientales que se propone para el desarrollo de cada programa.

Todas las actividades contaron con un diseño y planeación, responsables, tiempo de ejecución estimado y se llevaron a cabo de forma virtual, dadas las circunstancias de la pandemia. A través de herramientas digitales se logró la interacción y creación colectiva, el debido registro de los talleres para realizar las respectivas memorias. En total, entre el 15 y el 30 de septiembre de 2020 se realizaron 10 actividades, con una convocatoria inicial de 200 personas distribuidas en cada uno de los talleres.

La conformación de los grupos de los talleres contó con el acompañamiento del equipo de trabajo del Penia, profesionales de los institutos de investigación ambiental, académicos, investigadores en temas especializados internacionales y de las universidades, funcionarios de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, funcionarios de las Autoridades Ambientales Urbanas, trabajadores del sector privado y funcionarios del Minambiente, como se muestra a continuación:



PARTICIPANTES POR GRUPOS

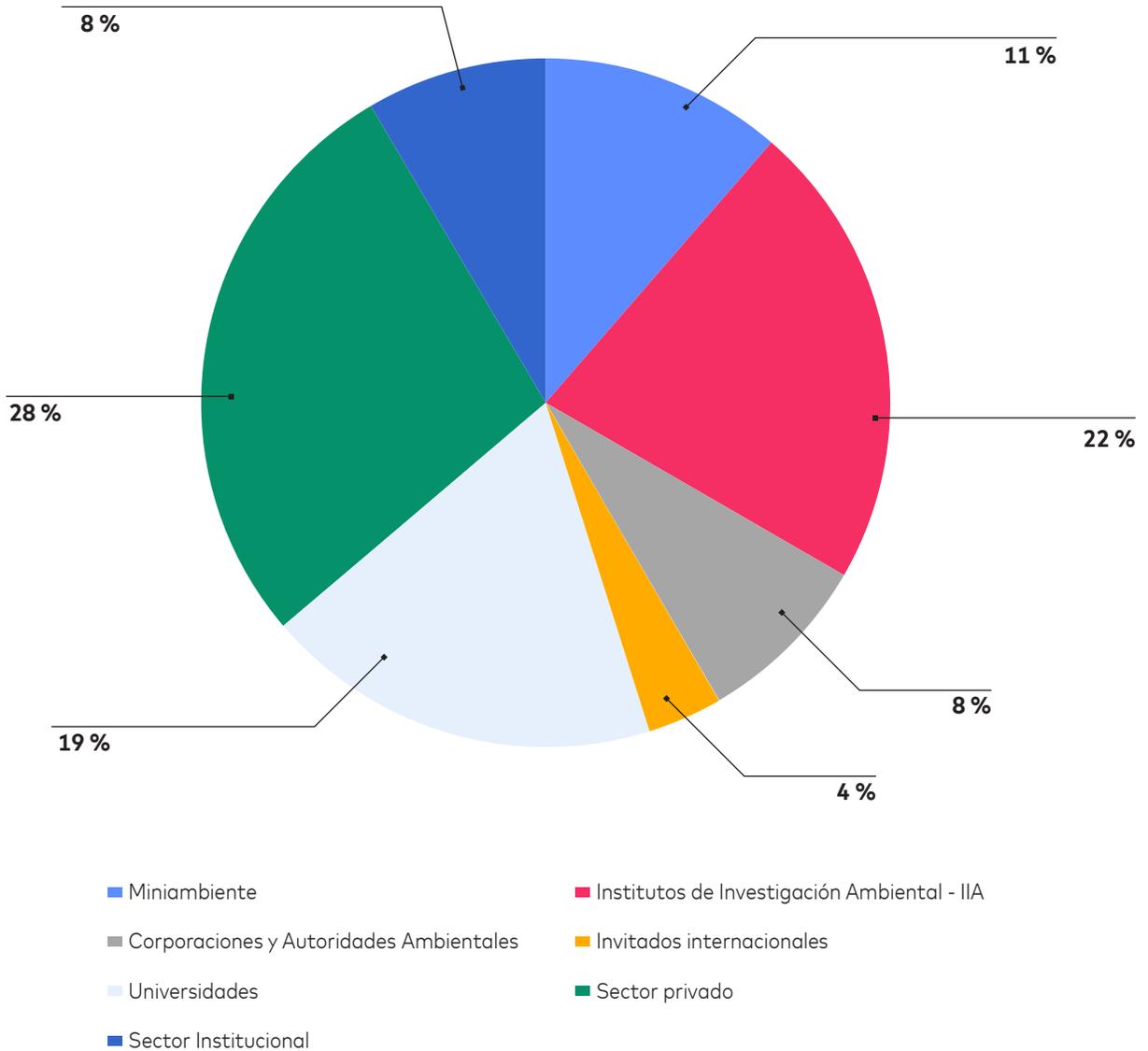


Figura 2. Distribución por grupos de actores en los talleres Penia.

La estrategia de socialización realizada se construyó en dos momentos: el primero se basó en una batería de preguntas con opciones múltiples específicas que guiaron la discusión dentro de un grupo de personas afín al tema del programa del taller. En el segundo momento se realizó una discusión sobre las estrate-

gias que en cada programa obedecieran a una variable temporal de mediano y largo plazo (5 y 10 años), y también tuviera en cuenta las variables de capacidad de investigación y financiación, y la articulación/cooperación entre actores, con el propósito de recoger los aportes y comentarios de los asistentes.

TALLERES REVISIÓN CON EXPERTOS



Figura 2. Ruta para la realización de talleres con expertos.

8. Instrumentos de evaluación:

Una vez determinados los programas, líneas y estrategias se prosiguió con la última fase, en la cual se consolidaron los mecanismos de evaluación y seguimiento que permitan establecer el desarrollo del plan de investigación y el cumplimiento de los objetivos propuestos, para lo cual se contó con la participación del grupo Ancla, los académicos de la Acefyn y el apoyo del equipo interno del Minambiente.

I. Encuestas a las CAR

En el mes de mayo de 2020 se realizó una encuesta a las CAR, cuyo objetivo fue identificar las principales necesidades de investigación e información ambiental de las regiones, a partir de la percepción e información suministrada por las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible.

La encuesta se dividió en tres clases de preguntas, temáticas, institucionales y de educación, divulgación y comunicaciones. Éstas fueron enviada a las 33 corporaciones. Se realizó mediante envío de un formulario de Google vía correo electrónico con las preguntas. Las respuestas fueron tabuladas y analizadas y, la información resultante se utilizó como insumo para la construcción del nuevo Penia.

II. Talleres Regionales

En el año 2019 se realizaron los talleres regionales de diagnóstico, cuyo objetivo fue identificar las necesi-

dades de investigación e información, a partir de un análisis sistémico en las regiones, como insumo para la formulación del Penia. Se consideró la complejidad del territorio nacional, sus particularidades y necesidades regionales, que permitiera focalizar el diagnóstico y orientar estratégica y funcionalmente los resultados. Se eligieron las regiones de la Amazonía, Caribe, y Pacífico, para la realización de los talleres regionales, con la participación de diversos actores a nivel local y nacional.

La metodología general utilizada en estos espacios consistió en la realización de 4 espacios: presentaciones iniciales, conceptualización y expectativas, panel de expertos regionales, Taller - Metodología Metaplan: Mesas de trabajo (Dos tiempos), para llegar a las conclusiones de los moderadores o representantes de cada mesa y conclusiones generales del MADS o Instituto de investigación anfitrión.

En las presentaciones iniciales se realizó la apertura del evento a cargo del director de la CAR acompañante, el director del Instituto de Investigación, así como de uno de los asesores del Despacho del viceministro. Posteriormente, se realizó la presentación del Plan Estratégico de Investigación Ambiental Penia, incluyendo el contexto, alcance y medición de impacto anterior con el fin de reconocer las debilidades y oportunidades.

El panel de expertos estuvo conformado por un miembro representativo de la academia, gremios, PNN,

la CAR y un Instituto de investigación del SINA. La metodología contemplada consistió en la discusión alrededor de unas preguntas de investigación, los cuales fueron moderados por el director de uno de los institutos.

Para los talleres se realizaron mesas de trabajo y se utilizó la metodología de Metaplan, la cual consiste en generar ideas y soluciones, así como desarrollar opiniones y acuerdos; y formular objetivos, recomendaciones y planes de acción. Su instrumento de recolección de información son las tarjetas, por el gran componente visual que aportan en la discusión. Esta metodología implica la participación de líderes o moderadores, quienes estructuran el proceso de análisis y discusión, de acuerdo con el contexto de cada uno de los grupos de trabajo. (EcuRed, 2019).

En esta metodología se identifican los roles que desempeñan los asistentes:

- **Moderador:** experto en la dimensión (definido en la reunión preparatoria)
- **Relator:** recopilación de la información obtenida en la mesa (seleccionado pro la mesa)
- **Guardián del tiempo** (elegido por el facilitador)
- **Grupo de expertos temáticos** (participantes)

Los resultados estos talleres regionales participativos se utilizaron como insumo para la construcción del segundo Penia.

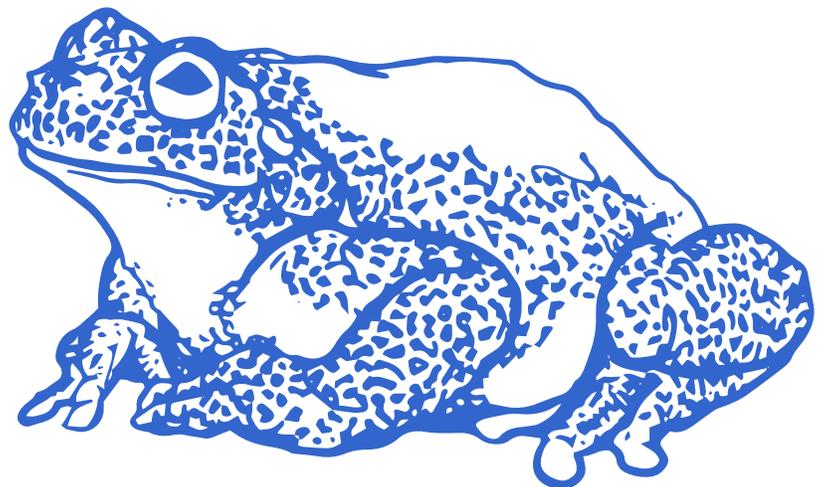
III. Talleres Temáticos

Durante el mes de septiembre de 2020 se realizaron nueve talleres virtuales para la validación de cada uno de los programas propuestos para cada uno de los programas propuestos para el Penia 2021-2030.

Los talleres se realizaron con la participación de expertos de diferentes sectores, de acuerdo con la temática de los programas, como son: sector público del nivel nacional y regional, sector privado, institutos de investigación, otros centros de investigación, corporaciones autónomas regionales, autoridades ambientales urbanas, Academia de Ciencias Exactas, universidades, expertos internacionales y otros.

La metodología utilizada para estos talleres se basó en el planteamiento de una serie de preguntas guía en torno al Penia y sus aspectos claves, que promovieran la discusión y análisis por parte de los asistentes, con el fin de retroalimentar y validar la propuesta de programas y líneas de investigación este plan de manera conjunta, desde los conocimientos y experiencia de cada uno, así como para la construcción de estrategias para la próxima década. La moderación de los talleres fue realizada por la coordinadora del Penia 2021-2030.

Los resultados de los talleres fueron recogidos en informes por cada taller, con el fin de realizar los ajustes y complementar los programas y líneas del Penia, que permita una propuesta más sólida y concertada.



Salud y calidad ambientales:

1. Javier Jaimes -
Universidad de Cornell
2. Ruth Marien Palma -
Instituto Nacional de Salud
3. Eliana Milena Téllez -
Instituto Nacional de Salud
4. Juan Gabriel Piñeros Jiménez
- Universidad de Antioquia
5. Mauricio Andrés Correa -
Universidad de Antioquia
6. Claudia Lorena Vera
Londoño - CARDER
7. Ricardo Sinisterra
Londoño - CARDER
8. María Cristina Galvis
Valencia - CARDER
9. Diana María Delgado
Londoño - CAR
10. Héctor Hernán
Leguizamón - CAR
11. Carlos Gutiérrez - CAR
12. Julia Teresa Chaves
Dallos - CAR
13. María de los Ángeles
Prada - CAR
14. Rómulo Camacho - CAR
15. Oscar Alexander
Ducucara Falla - CAR
16. Cristina Baizan Edge -
Embajada Británica
17. Guillermo González
- Independiente
18. Juan David Rondón
- Independiente
19. Johan Calderón -
Independiente
20. John Rojas - Independiente
21. Miguel Otero -
Universidad del Bosque
22. Gustavo Adolfo Vallejo
- ACCEFyN
23. Andrea Ramírez -
Minambiente
24. Carolina Garzón -
Minambiente
25. Mary Lasso - Minambiente
26. Natalia Ruiz - Minambiente
27. Stephanía Ramírez
- Minambiente
28. Adriana Solano -
Minambiente
29. Lisbeth Fog - Minambiente

**Océanos y Costas
sostenibles y resilientes:**

30. Catalina González -
Universidad de los Andes
31. Capitán Francisco
Arias - Invemar
32. Adriana Bermúdez
33. aime Cantera - Academia
Colombiana de Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales
34. Enrique Peña - Academia
Colombiana de Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales
35. Arjiró Ramírez - Minciencias
36. Jorge Cano - Minciencias
37. Diana Lago - Universidad
de Cartagena
38. Adriana Bermúdez -
Universidad de Cartagena
39. Andrea Noy - Universidad
de los Andes Dinora
Otero - INVEMAR
40. Ana María González
- DAMCRA
41. Tina Baizán - Independiente
42. Oscar Orrego - Fondo Acción
43. Emmanuela Daza - Cemarín
44. Lisbeth Fog - Minambiente
45. Stephanía Ramírez
- Minambiente
46. Martha Arteaga -
Minambiente
47. Andrea Ramírez -
Minambiente

**Cambio Climático
y gestión del riesgo:**

48. Isabel Ceron - The
University of Queensland
49. Pablo Negret - Universidad
de Queensland
50. Catherine Lovelock - The
University of Queensland
51. Natalia Piedrahita -
Universidad de Queensland
52. Felipe Suárez Castro
- Instituto Humboldt/
Universidad de Queensland
53. Carlos Alberto Vargas
- Universidad Nacional
de Colombia /Academia
Colombiana de Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales

54. Daniel Pabón -
Universidad Nacional
55. Dolors Armenteras -
Universidad Nacional
56. Mauricio Romero -
Universidad Javeriana
57. Anny Paola Zamora
Bornachera - INVEMAR
58. Marco Ehrlich - SINCHI
59. Beatriz Mejía -
Embajada Británica
60. Pablo Devis - Fondo Acción
61. Pedro Andrés Castro
- Independiente
62. Jorge Alonso Cano
Restrepo - Minciencias
63. Alexander Figueroa
Maldonado - Minambiente
64. Natalia Ruiz - Minambiente
65. Alexander Figueroa
- Minambiente
66. Stephanía Ramírez
- Minambiente
67. Lisbeth Fog - Minambiente
68. Adriana Solano -
Minambiente
69. Luis Carvajal - Minambiente

**Gestión integral
de la información:**

70. Diana Barbosa - IQI
71. Henry Soto - Secretaría
de Ambiente Bogotá
72. Lisbeth Fog - Minambiente
73. Luis Carvajal - Minambiente
74. Natalia Ruiz - Minambiente
75. Stephanía Ramírez
- Minambiente
76. Adriana Solano -
Minambiente
77. Stephanía Ramírez
- Minambiente
78. Natalia Ruiz - Minambiente

Seguridad Hídrica:

79. Eilon Adar - Universidad
Ben-Gurion Israel
80. Julien G. Chenet - COLIFRI
Asociación Colombo-
Francesa de Investigadores
y Universidad EAN
81. Francisco Alberto -
Patrimonio Natural

- 82. John Donato – Universidad Nacional de Colombia
- 83. Fernando Trujillo - Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
- 84. Natalia Ruiz – Minambiente
- 85. Stephanía Ramírez – Minambiente
- 86. Adriana Solano – Minambiente

Biodiversidad y servicios ecosistémicos:

- 87. Carlos Tapia – Instituto Humboldt
- 88. Claudia María Villa G. - Instituto Humboldt
- 89. José Ochoa Quintero - Instituto Humboldt
- 90. Ricardo Claro – Independiente
- 91. Zulmary Valoyes – IIAP
- 92. Diego Melgar – Independiente
- 93. Sebastián Rincón – Universidad Nacional
- 94. Fernando Trujillo – Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
- 95. Blanca Huertas - Museum London
- 96. German Forero – Wildlife Conservation Society WCS
- 97. Laura Berdugo Cañon - Embajada Británica
- 98. Oscar Orrego - Fondo Acción
- 99. Alan Jorge Bojanic, FAO para Colombia
- 100. Irene Aconcha – Parques Nacionales
- 101. Dayron Cárdenas, SINCHI
- 102. Marco Erlich, SINCHI
- 103. Enrique Peña, ACCEFyN
- 104. Fernando Trujillo, ACCEFyN
- 105. Ignacio Hernández - Independiente
- 106. Irene Concha, Parques Nacionales Naturales de Colombia
- 107. Juan Azcárate, Grow Colombia
- 108. Ricardo Claro, consultor independiente en biodiversidad
- 109. Luis Camacho - Minambiente

- 110. Jorge Cano – Minciencias
- 111. Ximena Carranza Hernández - Minambiente
- 112. Esteban Neira, Bosques Minambiente
- 113. Emilse Mora, Bosques, Minambiente
- 114. Adriana Solano – Minambiente
- 115. Luis Carvajal – Minambiente
- 116. Lisbeth Fog – Minambiente
- 117. Natalia Ruiz – Minambiente
- 118. Stephanía Ramírez - Minambiente

Productos y servicios verdes:

- 119. Juan Lucas Restrepo – Director General Alianza Biodiversidad Internacional y CIAT
- 120. Moisés Wasserman – ExRector Universidad Nacional de Colombia, profesor emérito
- 121. Ana María Rojas - IDEAM
- 122. Jorge Enrique Jiménez – Minambiente
- 123. Sebastián Sunderhaus – GIZ
- 124. Beatriz Mejía – Embajada Británica
- 125. Yolanda González – IDEAM
- 126. Germán Bayona - Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
- 127. Carlos Tapia – Universidad del Valle
- 128. María Soledad Hernández - SINCHI
- 129. Moisés Mosquera – IIAP
- 130. Héctor Gonzalez – IDEAM
- 131. Andrés Felipe Marmolejo – IDEAM
- 132. Marco Ehrlich – SINCHI
- 133. Mario Murcia – HUMBOLDT
- 134. Claudia Villa - HUMBOLDT
- 135. Juan Camilo Rojas – FCM
- 136. Laura Berdugo – Embajada Británica
- 137. Fernando Ramírez - GIZ
- 138. Julián Camelo – Independiente
- 139. Ligia Peñafiel - Corpoamazonía

- 140. Natalia Valderrama – Earlham
- 141. Eduardo Rivera – Colifri
- 142. Martín Sanchez - ANDI
- 143. Jonathan Rodríguez – Independiente
- 144. Jimmy Fernando Rodríguez – Independiente
- 145. Mauricio Jiménez – Minambiente
- 146. Alejandro Caicedo – Minambiente
- 147. Luis Fernando Ospina - Minambiente
- 148. Beatriz Acevedo - Minambiente
- 149. Natalia Ruiz – Minambiente
- 150. Emilce Mora - Minambiente
- 151. Stephanía Ramírez – Minambiente
- 152. Adriana Solano – Minambiente
- 153. Lisbeth Fog – Minambiente
- 154. Luis Carvajal – Minambiente
- 155. Marcela Salguero - Minambiente

Gobernanza y apropiación social del conocimiento:

- 156. Sonia Roitman - Universidad de Queensland
- 157. Jimmy Fernando Rodríguez – IDEAM
- 158. Rosana Arizmendi Mejía – Comfama Medellín
- 159. Jorge A Cano – Minciencias
- 160. Alejandra Osejo Varona – Instituto Humboldt
- 161. Óscar Gualdrón – Instituto Humboldt
- 162. Sofía López-Cubillos – Universidad de Queensland
- 163. Paula Ungar – Instituto Humboldt
- 164. Carlos Tapia – Instituto Humboldt
- 165. Eduardo Andrés Rivera Hurtado – Colifri Asociación Colombo-Francesa de Investigadores
- 166. Alberto Galán, Patrimonio Natural
- 167. Alejandra Osejo, Instituto Humboldt

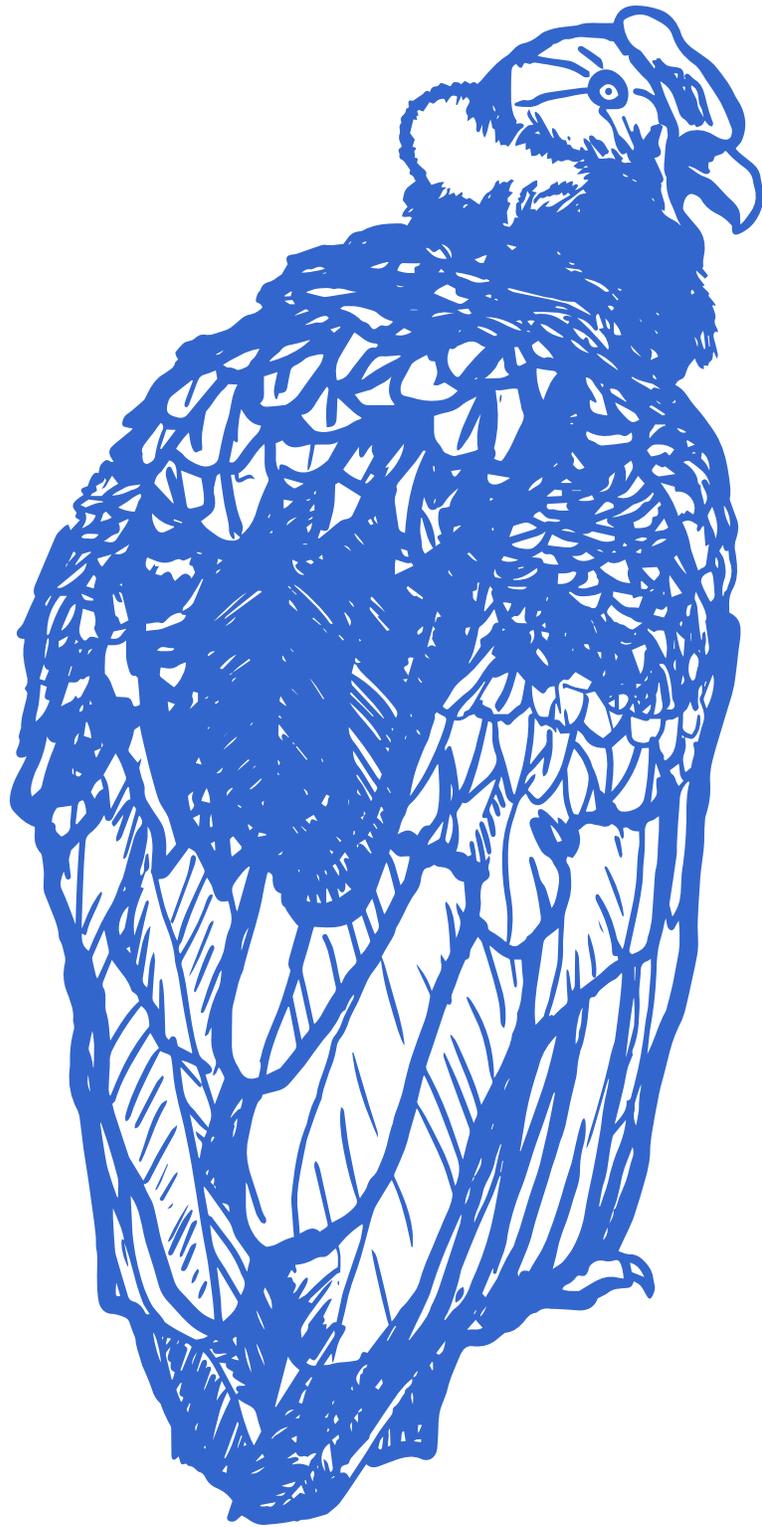
168. Alonso Maya, Federación Colombiana de Municipios
169. Angélica Palma, Fondo de Prosperidad Británico en Colombia
170. Carolina Moreno Duarte, Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales, ASOCAR
171. Fernando Enciso, Federación Colombiana de Municipios
172. Clara Santafé, Universidad del Bosque
173. Claudia María Villa, Instituto Humboldt
174. Eduardo Andrés Rivera, Asociación Colombo-francesa de investigadores
175. Enrique Forero, ACCEFyN
176. Gustavo Adolfo Vallejo, ACCEFyN, Universidad del Tolima
177. Jimmy Fernando Rodríguez, Ideam
178. Jorge Cano, Minciencias
179. Juan Camilo Rojas Martínez, Federación Colombiana de Municipios
180. Juan Felipe Guhl Samudio, SINCHI

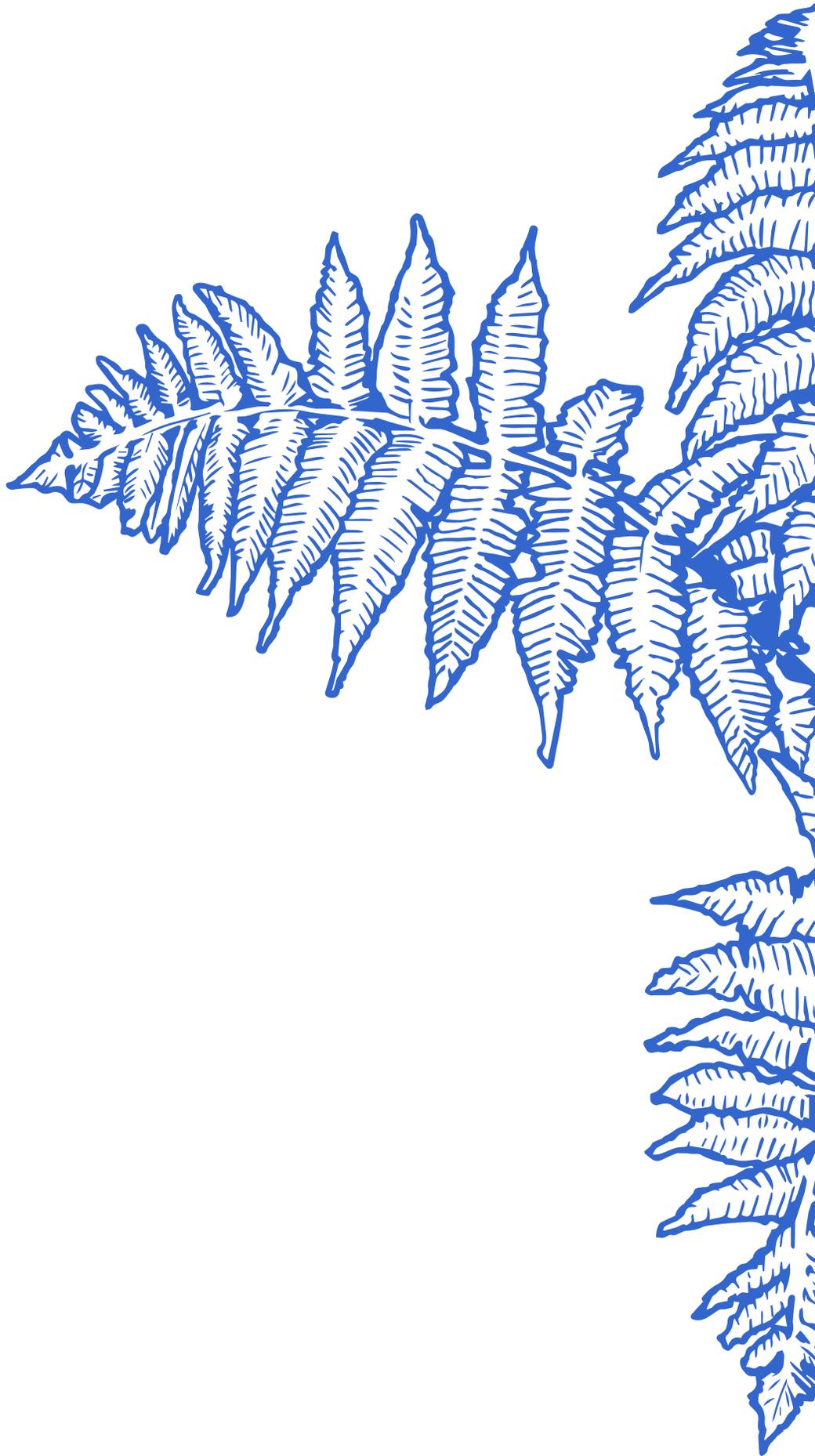
181. Marco Ehrlich, SINCHI
182. Mauricio Salazar, Fondo Acción
183. Mónica Salazar, asesora independiente, experta en indicadores de CTI
184. Natalia Piedrahita, U Queensland en Brisbane, Australia
185. Natalia Ruiz - Minambiente
186. Stephanía Ramírez - Minambiente
187. Lisbeth Fog - Minambiente
188. Luis Carvajal - Minambiente

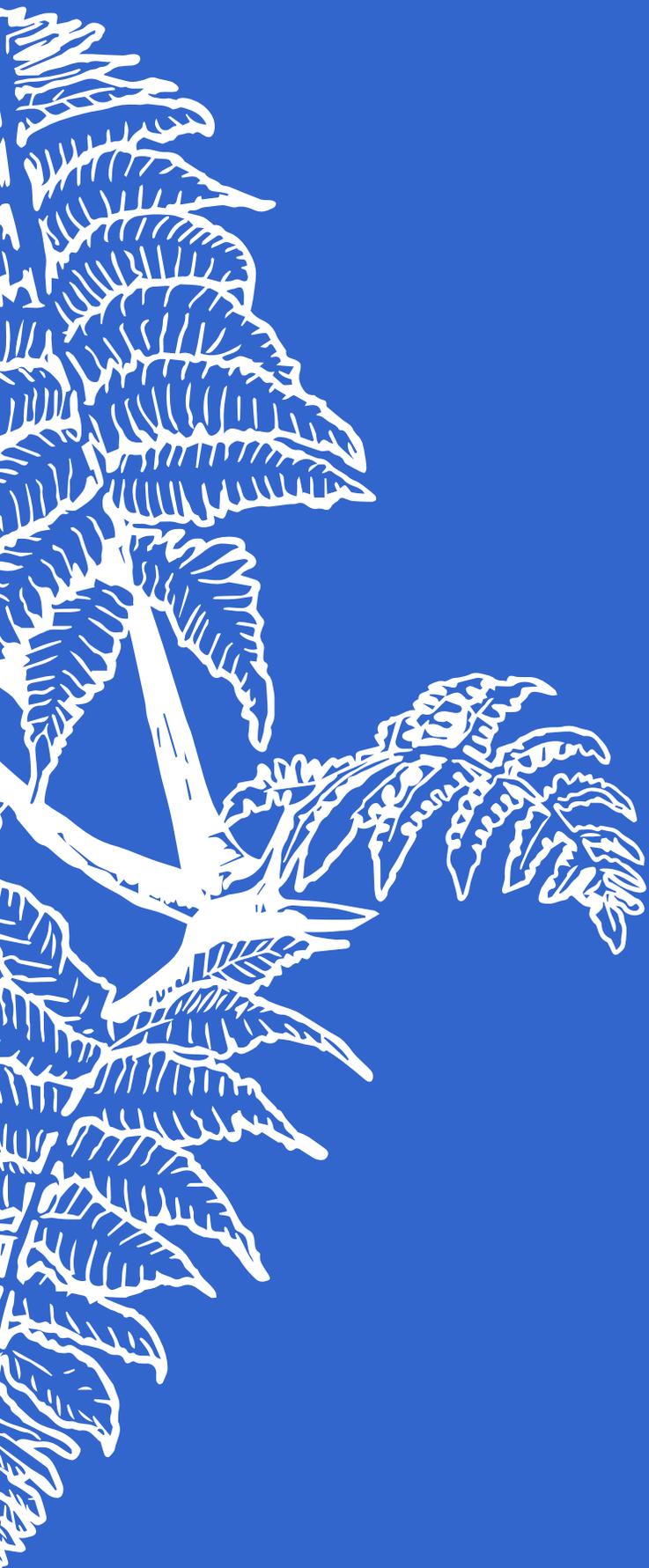
Ordenamiento ambiental, ecourbanismo y desarrollo regional:

189. Javier Cifuentes Álvarez - Secretaria Distrital de Ambiente
190. Diana Catalina Hoyos - Área Metropolitana del Valle de Aburrá
191. Visnu Posada Molina - Universidad EAN
192. Ana María Rojas Bernal - IDEAM
193. Yolanda González - IDEAM

194. María Eugenia Vélez - CARDER
195. Marco Ehrlich - SINCHI
196. Diego Melgar - Independiente
197. Paola Andrea Morales Ramírez - Instituto Humboldt
198. Carlos Tapia - Instituto Humboldt
199. Sasu Tarkoma - Universidad de Helsinki Finlandia
200. Ernesto Guhl - Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
201. Clara Santafé - Universidad del Bosque
202. Gustavo Guarín - Minambiente
203. Luis Fernanda Ramírez - Isagen
204. Lina Hinestroza - Isagen
205. Martha Molina - Secretaría de Ambiente Bogotá
206. Luis Sierra - Minambiente
207. Andrea Noy - Embajada Británica
208. Eduardo Rivera - Colifri
209. Natalia Ruiz - Minambiente
210. Stephanía Ramírez - Minambiente
211. Luis Carvajal - Minambiente









El ambiente
es de todos

Minambiente

PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

PENIA 2021-2030

